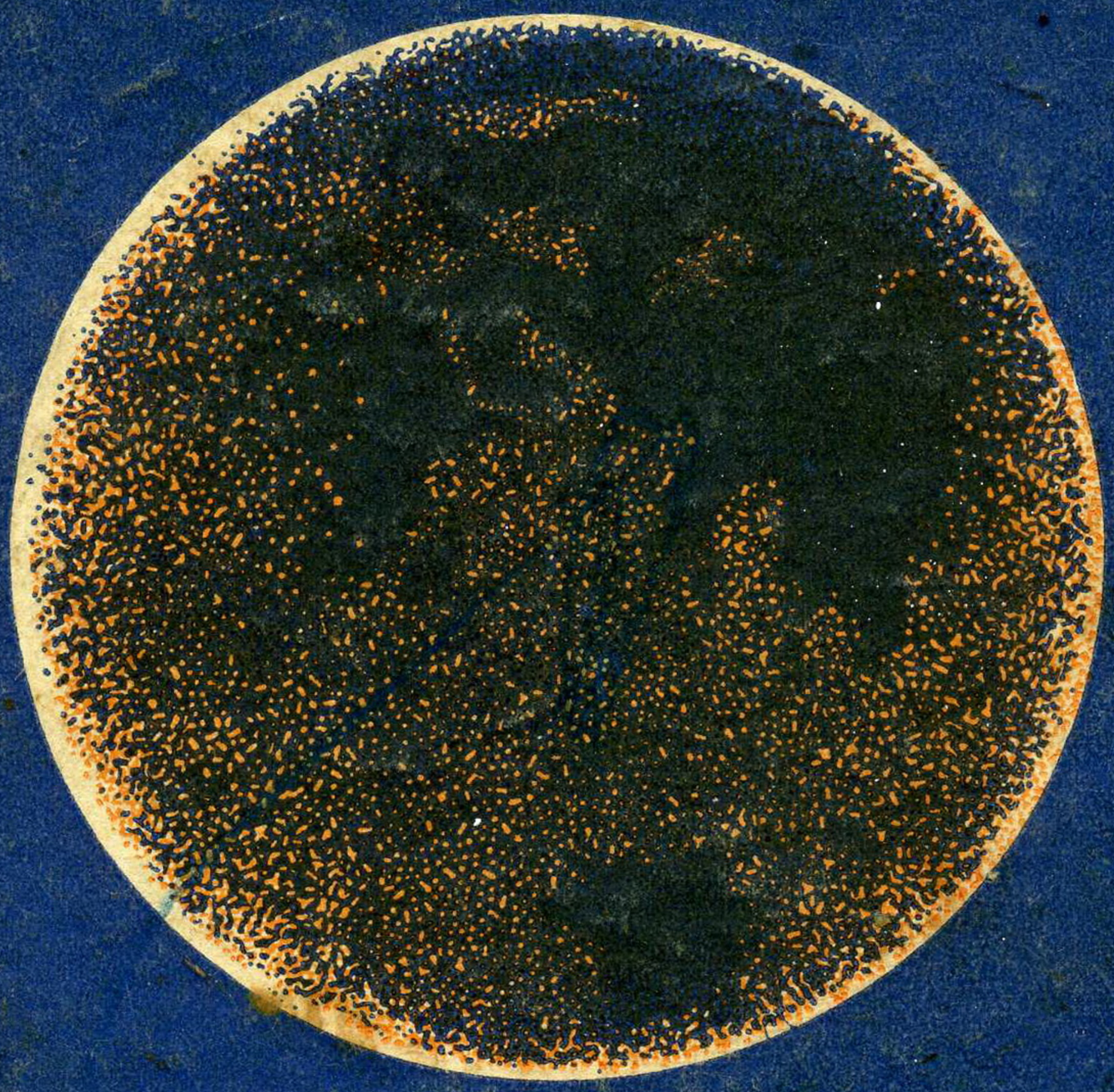
Ф. БУБЛЕЙНІКАЎ



ЗАГАДКІ З ЯМЛІ

ШКОЛЬНАЯ БІБЛІЯТЭКА

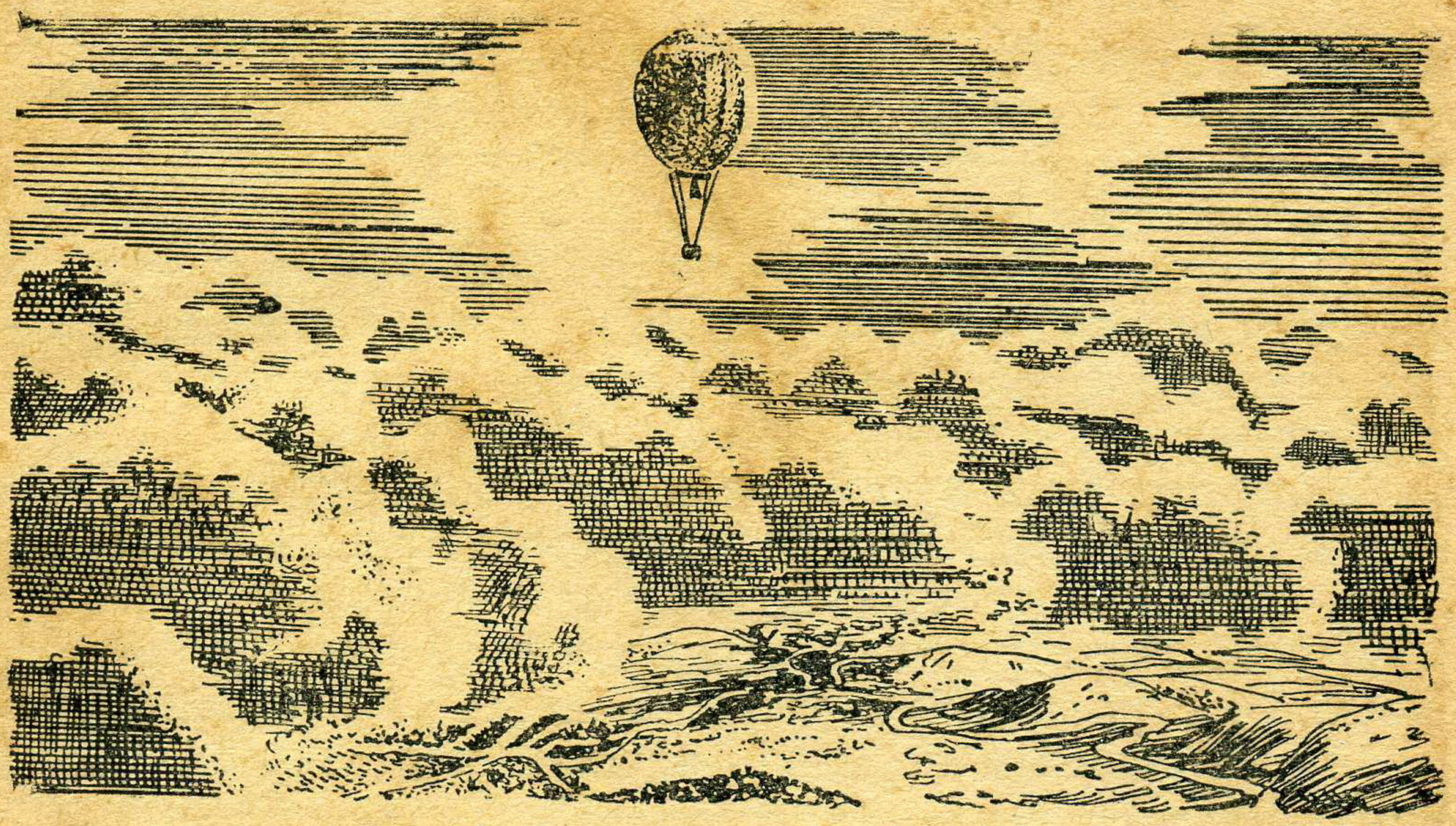
Ф. Д. БУБЛЕЙНІКАЎ

ЗАГАДКІ ЗЯМЛІ

Сам. шк. Инв. 1223

Дзяржаўнае
вучэбна-педагагічнае выдавецтва БССР
Мінск 1954

Пераклад з рускай мовы
О. Сакалоўскай
Малюнкі М. Гетманскага



Раздзел 1

ЗАВОБЛАЧНЫЯ ВЫШЫНІ

Узлёт з Зямлі

Разарваць ланцугі цяжару! Высока падняцца, як птушкі, над Зямлёй!

Гэта была даўнішняя мара чалавека.

Ёсць многа паданняў аб спробах людзей лятаць. Усім вядома паэтычная старажытнагрэчаская легенда аб Ікару.

Мастак Дэдал трапіў у палон да цара востраваў Крыт. Цар нізавошта не хацеў адпусціць палонніка, жадаючы заўсёды карыстацца яго мастацтвам.

Доўга думаў Дэдал, як вызваліцца з няволі, і нарэшце знайшоў спосаб. Ён набраў доўгага птушынага пер'я і пры дапамозе воску зрабіў з яго вялікія крыллі. Прымацаваўшы сабе за плячыма два крылы так, каб можна было прыводзіць іх у рух рукамі, ён лёгка ўзляцеў угору.

Тады Дэдал зрабіў крыллі і свайму сыну. Абодва яны паляцелі з вострава. Дэдал ляцеў спераду, а следам за ім — Ікар. Яны ляцелі, як птушкі, над сінім морам і над астравамі.

Але Ікар забыў на параду бацькі не падымацца вельмі высока. Ён усё мацней узмахваў крыллямі і настолькі наблізіўся да сонца, што праменні яго растапілі воск, які змацоўваў пер'е. Ікар упаў у мора і затануў.

Як склалася гэтая легенда?

Магчыма, калісьці які-небудзь смяльчак, прывязаўшы за спіну крыллі, скочыў са скалы і загінуў у моры, а народная фантазія размалявала гэтую падзею і стварыла паэтычную легенду аб палёце і гібелі Ікара.

У старадаўнім рускім рукапісе «О воздушном летании в России с 906 лета по Рождестве Христове» ёсць запісы аб падобных-жа спробах у нашай краіне.

У 1699 годзе разанскі стралец Сероў зрабіў вялікія крыллі і спрабаваў узляцець на іх. Яму быццам-бы ўдалося падняцца на некалькі аршын над зямлёй (гэта магло здарыцца, калі ён, расправіўшы крыллі, збягаў з узгорка супраць ветру).

У тым-жа старадаўнім рукапісе ёсць запіс і аб першым падняцці на паветраным шары. Яго зрабіў рускі пад'ячы (пісец, справавод) Нерэхцец Кракутны ў 1731 годзе.

Як апавядае запіс, ён «надзьмуў дымам» вялікі мех і падняўся ў прывязанай да яго пятлі вышэй дрэў. Вецер панёс яго і ўдарыў аб званіцу, але пад'ячы ўчапіўся за вяроўку звона і выратаваўся.

Так быў ажыццёўлен першы пад'ём на паветраным шары. Але ў тыя часы гэтыя спробы не былі прадоўжаны. Злашчасны паветраплавальнік павінен быў нават уцячы ў Маскву, выратоўваючыся ад праследавання невуцкіх мясцовых улад.

Толькі праз пяцьдзесят два гады пасля гэтага французскі папяровы фабрыкант Мангальф'е паўтарыў спробу рускага пад'ячага. Ён змайстраваў вялікі шар з абалонкай з моцнай баваўнянай тканіны. Напоўнены гарачым паветрам, гэты першы аэрастат павінен быў падняць паветраплавальнікаў да воблакаў.

Зараз нас здзівіў-бы спосаб, якім гэты аэрастат напаўняўся гарачым паветрам: яго проста падвесілі над кастром з сухой саломы, засцярогшы ад іскраў абалонку, якая лёгка загаралася. Шар станавіўся ўсё лягчэйшым. Ён рваўся ўгору. Тады адпусцілі вяроўкі, і паветраны шар панёс паветраплавальнікаў.

Хоць пад'ём на паветраным шары і называюць «па-

лётам», але гэта не зусім дакладна: аэрастат не ўзлятае, як птушка, а «ўсплывае» ў паветры, як лёгкі корак у вадзе.

Як толькі цёплае паветра ў аэрастаце ахалодзіцца, яно перастае падтрымліваць яго, і аэрастат «тоне» ў паветраным акіяне, апускаючыся на Зямлю.

Ці нельга, аднак, прадоўжыць паветранае падарожжа, награваючы паветра аэрастата ў час палёту?

Гэтую думку ажыццявіў адзін вучоны, сучаснік Мангальф'е. Ён узяў з сабой жароўню з гарачым вугалем і падвесіў яе пад шырокай адтулінай у ніжняй частцы аэрастата.

Спроба скончылася трагічна: баваўняная абалонка шара ўспыхнула ад трапіўшай на яе іскры, і адважны паветраплавальнік загінуў.

Фізікі і інжынеры вельмі хутка знайшлі іншы, больш бяспечны спосаб прадоўжыць палёт: паветраныя шары пачалі напаўняць вадародам.

Пазней замест вадарода ўжывалі таксама танны свяцільны газ.

Аднак гэтыя газы з'яўляюцца гаручымі. Напоўнены імі шар можа ўзарвацца. Гэта асабліва небяспечна для ваенных аэрастатаў, якія вельмі часта трапляюць пад непрыяцельскі абстрэл.

Таму, калі ў канцы XIX века вучонымі быў адкрыт лёгкі негаручы газ гелій, ім пачалі напаўняць аэрастаты.

З даўняга часу вучоныя цікавіліся станам атмасферы высока над Зямлёй.

Што адбываецца ў паветры за воблакамі? Холадна там або горача? Як мяняецца ціск паветра з падняццем угору?

Паветраны шар дазволіў вучоным падняцца на большую вышыню і адкрыў перад імі шырокае поле для даследаванняў атмасферы.

Адзін з першых палётаў з навуковай мэтай зрабіў рускі акадэмік Захараў у 1804 годзе. Яго шар падняўся на 2,5 кіламетра над Зямлёй. З таго часу вучоныя многа разоў паўтаралі падобныя палёты, імкнучыся дасягнуць найбольшых вышынь.

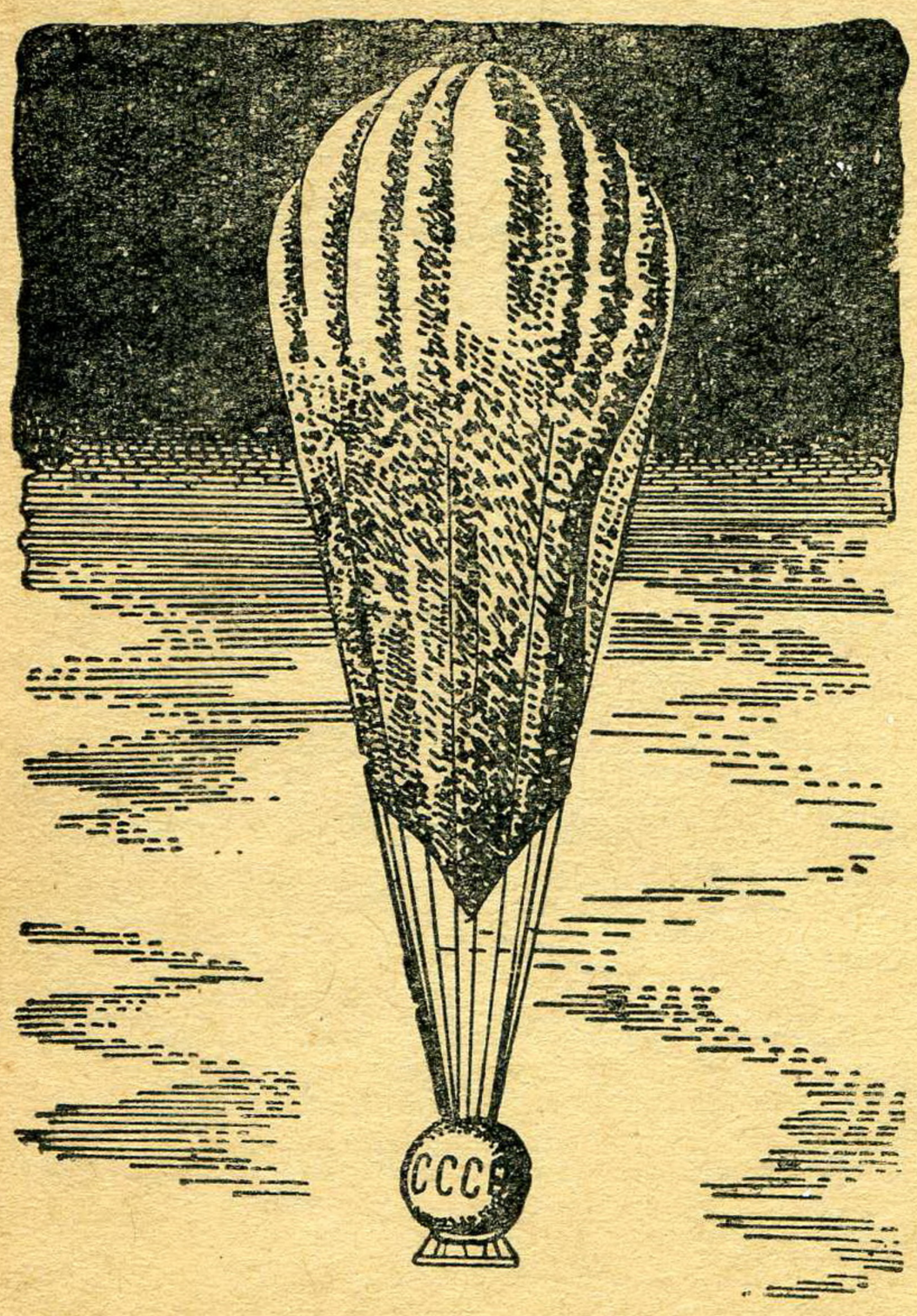
Але чым вышэй падымаліся яны, тым больш сустракалі цяжкасцей і нават небяспек.

Многа трэба было смеласці і самаадданасці, каб падняцца вышэй васьмі кіламетраў над Зямлёй.

Разрэджанае паветра рабіла цяжкім дыханне, у выніку рэзкага памяншэння ціску ішла кроў з носа і вушэй, паветраплавальнік нярэдка траціў прытомнасць, і тады яму пагражала немінучая гібель.

Каб паменшыць небяспеку палётаў на вялікую вышыню, пачалі забяспечваць аэранаўтаў кіслародными прыборамі. Але і яны не заўсёды выратоўвалі.

Між тым яшчэ ў 80-х гадах мінулага века наш выдатны вучоны Д. І. Мендзелееў гаварыў, як можна зрабіць бяспечнымі паветраныя палёты: для гэтага патрэбна падвесіць да аэрастата замест кошыка герметычна закрытую гандолу.



Стратастат.

Як-бы высока ні падняўся такі аэрастат, паветраплавальнік будзе знаходзіцца ў звычайных умовах.

Прайшло поўвека, перш чым ажыццявілася ідэя Д. І. Мендзелеева — пабудова паветранага шара з герметычна закрытай гандолай, якая дае магчымасць падымацца за межы тропасферы, гэта значыць вышэй 11 кіламетраў (слой атмасферы, які знаходзіцца вышэй тропасферы, да 100 кіламетраў, называецца стратасферай).

Гэты паветраны шар назвалі стратастатам.

Ужо ў час першага палёту на стратастаце ўдалося падняцца амаль на 16 кіламетраў над Зямлёй.

Але даследчыкі атмасферы імкнуліся ўсё вышэй.

У 1931 годзе ў нашай краіне стратастат «СССР» падняўся на вышыню 19 кіламетраў. І хутка-ж пасля гэтага стратастат «Асоавіяхім І» дасягнуў 22 кіламетраў над узроўнем мора.

Гэтая выдатная перамога совецкіх паветраплавальнікаў была азмрочана нечаканай катастрофай. У час спуску стратастата гандола, якую гайдаў вецер, адарва-

лася і разбілася аб зямлю. Героі-аэранаўты Федасеенка, Васенка і Усыскін, якія знаходзіліся ў ёй, загінулі.

Палёты на аэрастатах і стратастатах ужо далі многа важных звестак аб ціску, тэмпературы і вільготнасці паветра на вялікай вышыні.

Але паветраныя шары не могуць падымацца бязмежна.

Чым вышэй, тым паветра становіцца больш разрэджаным і лягчэйшым. Пры пад'ёме паветранага шара надыходзіць момант, калі вага выцесненага ім паветра ўраўноўваецца з вагою шара.

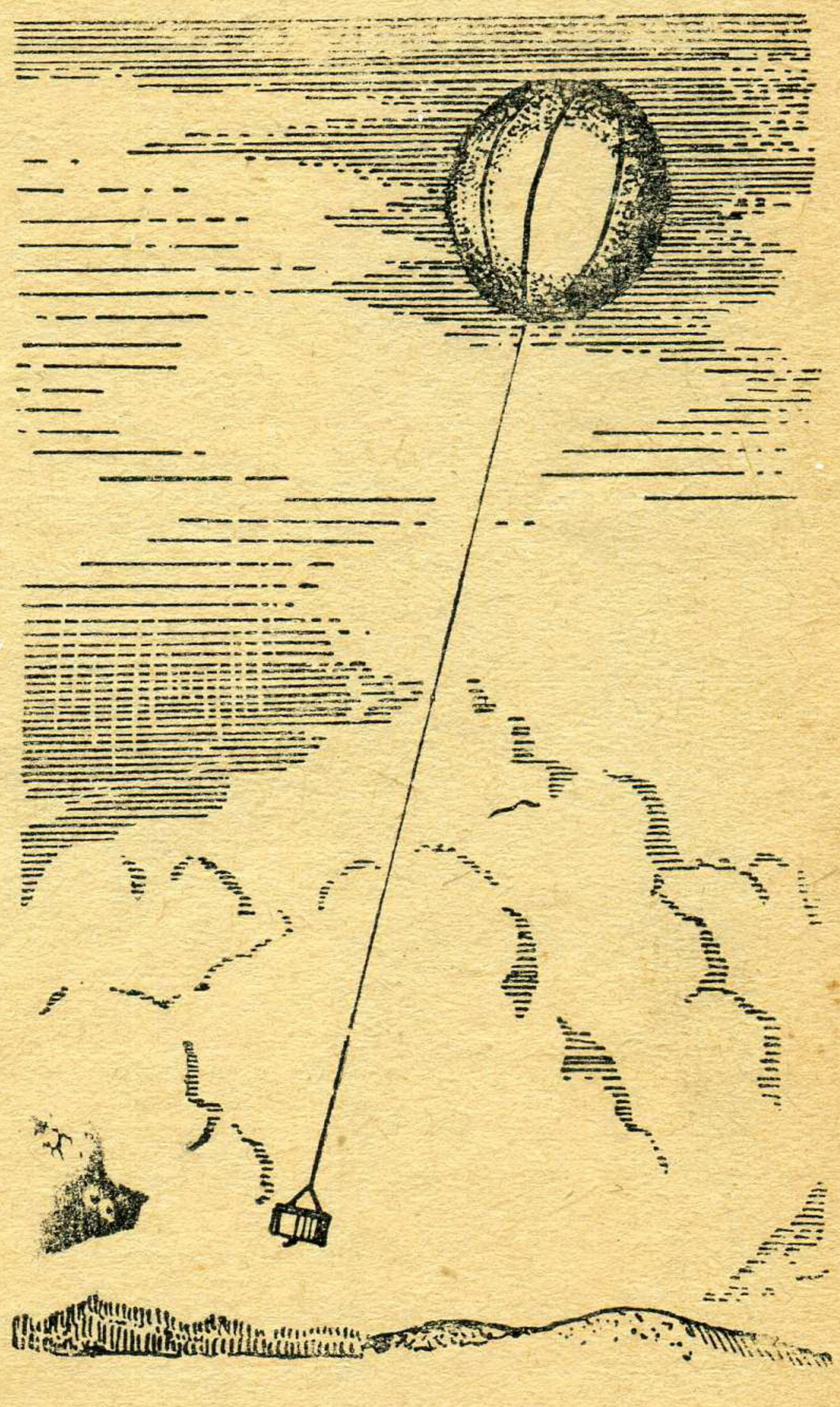
Шар дасягае свайго «паталка», і пад'ём яго спыняецца.

Як-жа даследаваць разрэджаную атмасферу вышэй?

І вось у атаку недаступных глыбінь неба паляцелі шары-зонды. Раздзьмухваючыся пад ціскам газу знутры, яны падымаюцца да таго часу, пакуль не лопне іх тонкая гумавая абалонка.

Адзіны «пасажыр» такога паветранага шара — самапішучы прыбор метэарограф. Ён не баіцца падзення на зямлю, якое запавольваецца, як парашутам, разарванай абалонкай шара.

Які просты і дасціпны гэты прыбор, што замяняе назіральніка пры палёце шара-зонда!



Шар-зонд.

Тэрмометрам у ім з'яўляецца пласцінка, спаяная з двух палос розных металаў. У выніку неаднолькавага расшырэння металаў гэтая пласцінка пры награванні або ахаладжэнні выгінаецца і служыць такім чынам для вымярэння тэмпературы.

Тонкасценная металічная трубка, з якой выкачана паветра, у разрэджанай атмасферы расшыраецца, і, карыстаючыся гэтым, можна вымераць атмасферны ціск.

Пучок валасоў, аддаючы вільгаць у верхніх слаях

атмасферы, пакарочваецца і гаворыць аб сухасці паветра.

Выгінанне пласцінкі, расшырэнне тонкасценнай трубкі і змяненне даўжыні пучка валасоў перадаюцца кароткім канцам стрэлак, якія верцяцца. Доўгі канец стрэлкі ў многа разоў павялічвае гэтыя непрыкметныя для вока рухі.

Ракета для даследавання стратасферы.

Да кожнай стрэлкі прымацавана пяро, якое прачэрчвае на закопчанай стужцы барабана, што верціцца гадзіннікавым механізмам, крывую лінію.

Калі лопне абалонка шара-зонда, яго «пасажыр», трапіўшы ў аварыю, дастаўляе на зямлю запісы гэтых прыбораў.

Па гэтых запісах даследчыкі атмасферы і даведваюцца, як змяняліся тэмпература, ціск і вільготнасць паветра ў час падняцця шара-зонда.

Звычайна шар-зонд далёка адносіцца ветрам. У маланаселеных месцах немагчыма адшукаць яго. У населеных месцах метэарограф можа ўпасці ў балота і навекі застацца на яго дне. Нарэшце, ён можа быць знойдзены праз вялікі прамежак часу, калі запісы яго ўжо будуць сцёрты ветрам і вадой. Уся праца і затраты на пуск шара-зонда будуць у гэтых выпадках дарэмнымі.

Ці нельга, аднак, пабудаваць такі механічны «назіральнік», каб ён сігналізаваў аб выніках вымярэнняў у час палёту?

Тады і пры страце метэарографа яго запісы былі-б вядомы даследчыкам атмасферы.

Совецкія вучоныя прымусілі загаварыць гэтага маўклівага «назіральніка»: замест барабана яны ўстанавілі кароткахвалевы радыёперадатчык, які пасылае на зямлю сігналы аб змяненні тэмпературы, ціску і вільготнасці паветра.

Такі «гаворачы» радыёзонд быў пабудаваны пад кіраўніцтвам П. А. Малчанава на Галоўнай геафізічнай аб-

серваторыі. Першы палёт ён зрабіў у Паўлаўску, паблізу Ленінграда, у 1930 годзе.

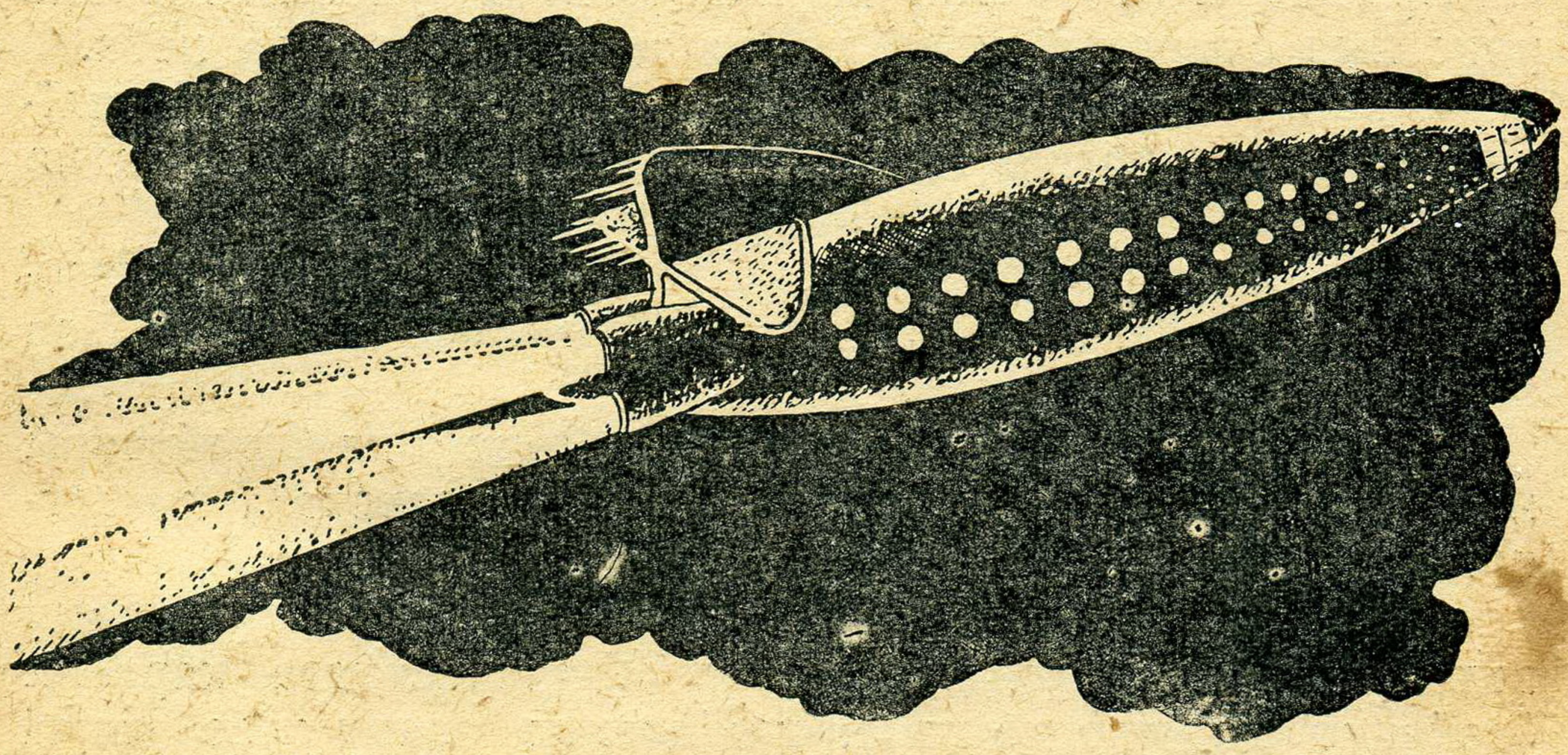
Шар-зонд падымаецца ўдвая вышэй стратастата. Але на вышыні крыху большай 30 кіламетраў і ён дасягае свайго «паталка».

Няўжо-ж немагчыма яшчэ вышэй паслаць самапішучыя прыборы? Не, магчыма: навука і тэхніка не ведаюць меж!

Кіруемыя ракеты ўзляцелі ўжо ўдвая вышэй.

Калісьці ракеты ўжываліся толькі для ўвесялення.

Гэта — трубкі, напоўненыя сумессю пораху з вугальным пылам. З аднаго канца трубка адкрыта. Пры гарэнні



Стратаплан — аэраплан для палётаў у стратасферу.

ў ёй пораху з вугальным пылам утвараецца вялікая колькасць газаў, якія вылятаюць струменем з адтуліны ўніз. Сама-ж ракета ў выніку аддачы ляціць угору.

У Расіі сігнальныя ракеты ўжываліся ў войсках з часоў Петра I.

Пазней-жа рускія ўжывалі ракеты ў якасці снарадаў для паражэння непрыяцеля, напрыклад, у час абароны Севастопаля.

Нарэшце, у час Вялікай Айчыннай вайны быў вынайдзен ракетны снарад — славутая «кацюша».

Ракета для даследавання стратасферы — стальны, з завостраным канцом цыліндр даўжынёй у 5 метраў. Яна важыць каля поўтоны. Ракета не ляціць па волі выпадку: ёю кіруюць асобыя прыборы. У ёй цэлая аўтаматычная лабараторыя, рэгіструючая ціск, тэмпературу і віль-

готнасць паветра, інтэнсіўнасць ультрафіялетавых і касмічных праменняў, састаў паветра, спектр Сонца...

Гэтыя вымярэнні і назіранні па радыё пасылаюцца на Зямлю. Але, на жаль, пакуль яшчэ няма поўнай упэўненасці ў дакладнасці звестак, якія атрымліваюцца ад аўтаматаў-назіральнікаў ракеты.

Узлятае ракета з такой хуткасцю, што вока не паспявае прасачыць за яе палётам, і яна ўмомант знікае з вачэй.

Далёка не заўсёды ўдаецца адшукаць і ўпаўшую на Зямлю ракету. Часта ў назіральнікаў застаюцца толькі пасланыя ёю па радыё сігналы.

Інжынеры і фізікі не перастаюць удасканальваць ракетныя снарады, якімі цяпер «абстрэльваюць» неба.

У апошнія гады выпускаліся ў прастору вельмі вялікія ракеты, вагою каля 13 тон. Яны падымаліся на вышыню больш 180 кілометраў.

Але інжынеры праектуюць ужо ракеты, якія могуць узлятаць на 600 кілометраў над Зямлёй пры хуткасці да 8 кілометраў у секунду.

Так паступова тэхніка набліжаецца да пабудовы міжпланетнага карабля, які панясе чалавека ў сусветную прастору.

Гэта будзе вялікі ў гісторыі чалавецтва дзень, калі велізарнае прадаўгаватае цела міжпланетнага карабля ўзаўецца па дузе да неба, пакідаючы ззаду сябе даўгі газавы струмень. Працяглы гул, нібы гром, разнясецца далёка навокал і будзе яшчэ чуваць, калі гіганцкая ракета ўжо знікне з вачэй у глыбіні неба.

Сотні тысяч людзей з напружанай увагай будуць сачыць за ўсёўзрастаючай хуткасцю палёту міжпланетнага карабля, які імчыць людзей у бездань сусветнай прасторы. На высокагорных абсерваторыях цярплівыя астраномы, узброеныя тэлескопамі, будуць цэлымі начамі вышукваць у бездані цёмнага неба нязначную бліскаўку светлавога сігналу, які будзе наводзіцца з адляцеўшай ракеты на Зямлю пры дапамозе люстэрка.

Весткі з-за воблакаў

Радыёзонд паімчаў увышыню. І зараз-жа з яго паступаюць паведамленні.

Хутка зніжаецца тэмпература: праз кожны кілометр

вышыні паветра становіцца на 6—8 градусаў халаднейшым. Памяншаецца ціск: на 5 кілометрах над узроўнем мора ён у два разы слабейшы; на 10 кілометрах ён зніжаецца яшчэ амаль у два разы. Чым вышэй, тым меншай становіцца вільготнасць паветра.

Але нічога нечаканага няма да вышыні 9—11 кілометраў.

Вядома, чым вышэй, тым павінна быць халаднейшым. Атмасфера-ж награваецца ад зямной паверхні таксама, як хатняе паветра ад кафляў галанскай печы.

Чым далей у пакоі ад печы, тым халаднейшым. Так і ў атмасферы: чым далей ад Зямлі, тым халаднейшым.

Сонечныя-ж праменні амаль не награваюць непасрэдна атмасферу. Паветра, як і шкло цяпліцы, свабодна прапускае іх.

Усе былі ўпэўнены, што чым вышэй, тым становіцца ўсё халаднейшым да самай мяжы атмасферы. Але, на здзіўленне вучоных, радыёзонд паведамляў аб нязменным пахаладанні толькі да вышыні 9—11 кілометраў (у сярэдніх шыротах).

На гэтай вышыні ўдзень і ўначы, зімой і летам стаіць люты, 45—55-градусны мароз.

Але колькі ні падымаўся вышэй радыёзонд, паветра не становіцца халаднейшым.

Гэтая вобласць атмасферы з амаль нязменнай тэмпературай распасціраецца прыкладна да 35—38 кілометраў.

Ніжэй мяжы стратасферы паветра бурліць, як вада ў катле, які кіпіць. Велізарныя клубы нагрэтага паветра бязладна, віхрападобна падымаюцца ўверх. Узамен яго да Зямлі спускаецца халоднае паветра.

Акадэмік А. Н. Калмагораў і яго вучань прафесар А. М. Обухаў вывучылі перамешванне паветра ніжэй стратасферы. Іх работы былі вялікім крокам уперад у вывучэнні атмасферы.

Віхрападобны, або турбулентны, рух паветра адбываецца ў выніку паніжэння тэмпературы атмасферы з падняццем угору. Гэты рух і з'яўляецца рэгулятарам тэмпературы ў ніжніх слаях атмасферы.

Але ў стратасферы да «паталка» радыёзонда ўжо не становіцца халаднейшым. На падставе гэтага да нядаўняга часу метэаролагі думалі, што там паветра не падымаец-

ца ўгору. Цяпер, аднак, стала вядома, што слабае перамешванне паветра ёсць і ў стратасферы.

Як-жа адбываецца абмен цяплом паміж слаямі стратасферы, якія ляжаць на рознай вышыні?

На гэтае пытанне адказалі акадэмік В. А. Амбарцумян і іншыя нашы вучоныя.

Цяпло перадаецца ў стратасферы з аднаго слою ў другі галоўным чынам спрамяненнем. Кожны слой спрамяняе столькі цяпла, колькі і сам яго атрымлівае.

Вось чаму тэмпература стратасферы і застаецца нязменнай да самага «паталка» радыёзонда.

Мы прывыклі да думкі, што чым бліжэй да экватара, тым цяплей. Але ў стратасферы наадварот: там над экватарам значна халадней, чым над полюсамі.

Над экватарам у стратасферы вуглекіслы газ ад холаду ператварыўся ў вадкасць (пры ціску ў адну атмасферу). А над полюсам у стратасферы нават цяплей, чым у моцны мароз у Якуцку.

Над Зямлёй заўсёды дзьмуць вятры. Гэта паветраныя плыні, падобныя да руху паветра ў ацяпляемым печчу пакоі.

Паветра ў пакоі падымаецца над печчу і рухаецца пад столлю да вокнаў. Уздоўж аконных шыб спускаюцца ахалоджаныя паветраныя струмені і накіроўваюцца ўнутр пакоя.

Вось чаму, стоячы ля акна, можна адчуць пах дыму, непрыкметны каля печы.

Падобныя-ж плыні паветра адбываюцца і ў атмасферы.

Над экватарам цёплае паветра падымаецца ўгору. На вышыні 4—5 кілометраў яно расцякаецца на поўнач і поўдзень, да полюсаў.

Халоднае-ж паветра з умераных краін рухаецца з поўначы і поўдня да экватара. Яго струмені адстаюць ад верцячайся зямной паверхні і адхіляюцца на захад. Гэта добра знаёмыя мараплавальнікам пастаянныя вятры — пасаты. Яны дзьмуць уздоўж экватара на поўнач і поўдзень ад яго.

Парусныя судны, якія накіроўваюцца ў далёкае плаванне па акіяну, заўсёды імкнуцца дасягнуць паласы пасатаў. Як толькі яны трапляюць у яе, гэты вецер адносіць іх праз увесь акіян на захад.

У атмасферы ўзнікае мноства і іншых паветраных плыней.

Над зямной паверхняй праносяцца цыклоны — паветраныя віхры, якія захопліваюць у шырыню сотні кіламетраў. Яны ствараюць разбуральныя ўраганы, выклікаюць вялікія навальніцы, праліўныя дажджы.

Невялікія паветраныя віхры — смерчы — вырываюць з коранем дрэвы, зрываюць дахі, падымаюць у паветра і кідаюць бярвенні.

Калі-б мы перанесліся ў стратасферу, нас здзівіў-бы нязвыклы спакой.

Праўда, і там ёсць хуткія паветраныя плыні, якія гоняць пёрыстыя воблакі, але паветра стратасферы вельмі разрэджанае. Яго хуткі рух мы адчулі-б толькі як слабы подых.

Паколькі ў стратасферы люты холад, дык колькасць пары там нязначная. Рэдкія ў стратасферы пёрыстыя воблакі складаюцца з найдрабнейшых крышталікаў лёду.

Пры дапамозе радыёзонда можна паспяхова вывучаць уласцівасці атмасферы да 35 кіламетраў над Зямлёй. Але якія яны ў больш высокіх зонах?

Аб гэтым маглі-б паведаміць ракеты, узлятаючыя значна вышэй шароў-зондаў.

Але вучоныя яшчэ не даверяюць іх паведамленням. Гэтыя «снарады» вельмі імкліва праносяцца скрозь стратасферу. Самапішучыя прыборы іх, магчыма, не паспяваюць «адчуць» і адзначыць змяненні тэмпературы, вільготнасці і ціску атмасферы.

Вядома, можна было чакаць, што над «паталком» радыёзонда становіцца яшчэ халадней.

Аднак прырода зноў здзівіла вучоных. Як відаць, яна вельмі шчодрая на розныя нечаканасці.

Выявілася, што над «паталком» шароў-зондаў паветра раптам цяплее!

Такую вестку прынеслі гукі, якія адбіваюцца ад слою паветра на вышыні 60 кіламетраў і вяртаюцца на Зямлю.

Яшчэ ў час першай сусветнай вайны была заўважана дзіўная з'ява.

Аддаляючыся ад месца бою, можна было чуць гарматную пальбу на адлегласці 30—40 кіламетраў. Далей

стаяла поўная цішыня. Але на яшчэ большым аддаленні гукі залпаў раптам зноў станавіліся чутнымі.

Тое-ж самае назіраў і рускі вучоны В. Віткевіч у 1920 годзе, калі ўзрывалі з мэтай знішчэння непатрэбных снарадаў артылерыйскія склады ў аколіцах Масквы.

Гукі аглушальных выбухаў былі чуваць да 60 кіламетраў навокал. Далей ляжала паласа гукавога «цяню» шырынёй каля 100 кіламетраў. Але яшчэ далей гукі артылерыйскіх залпаў раптам зноў станавіліся чутнымі.

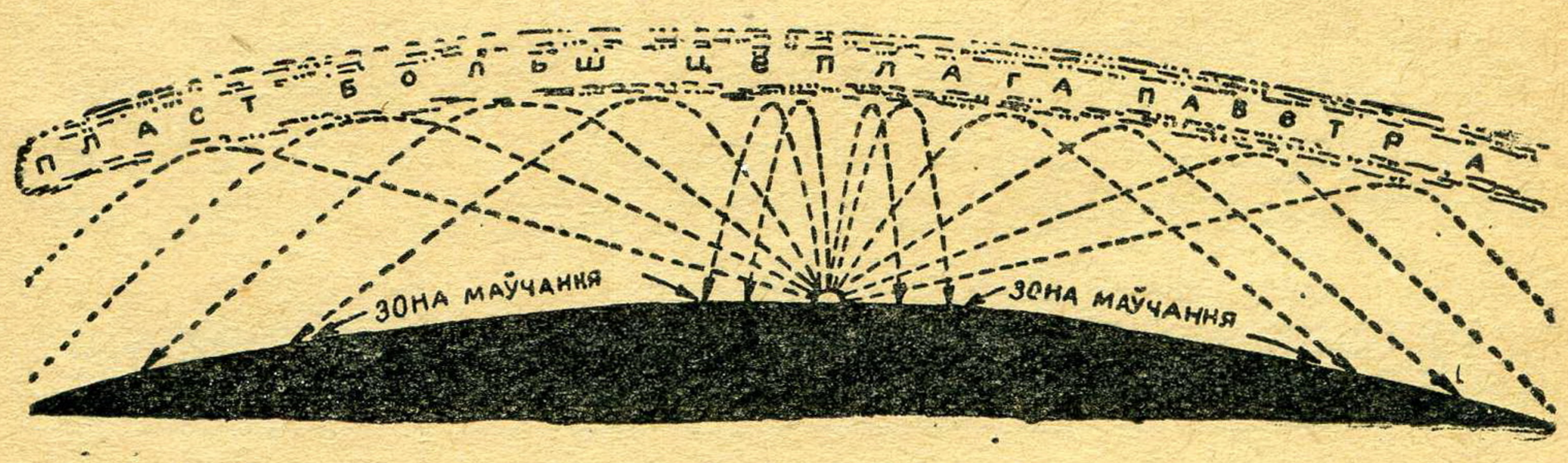
Як гэта ні дзіўна, але нічога цудадзейнага ў гэтым няма.

Сярэдневяковыя архітэктары будавалі ў замках вялікія залы, у якіх можна было таксама назіраць у мініятуры падобную з'яву.

Два чалавекі, якія стаяць па канцах такой залы, маглі перамаўляцца шэптам, не чутным нікому з людзей, што ў ёй знаходзіліся: гук адбіваўся ад купалападобнай столі так, што збіраўся ў канцах залы.

Магчыма, тое-ж адбываецца і з гукамі залпаў? Ці не адбіваюцца яны ад купала неба?

Падабенства паміж гэтымі з'явамі такое вялікае, што звычайна і гавораць аб адбіцці гуку ў стратасферы.



Адбіццё гуку ў атмасферы.

Але слаі паветра — не цвёрды купал, і гукі залпаў вяртаюцца на Зямлю па іншай прычыне.

На самай справе прамалінейны гукавы «прамень» у верхніх слаях атмасферы паступова скрыўляецца, выгінаючыся ўніз. Ён ідзе па дузе, падобнай шляху кінутага каменя.

Вучоныя вылічылі, што адбіццё гуку адбываецца на вышыні 50 — 60 кіламетраў.

Гэта зусім магчыма, калі паветра вышэй 40 кіламетраў становіцца цяплейшым, а на вышыні 60 кіламетраў тэмпература яго даходзіць да 75 градусаў вышэй нуля.

Чым-жа растлумачыць гэтую «раптоўную» змену лютага холаду ў стратасферы трапічнай гарачынёй?

Нават шчыльнае паветра ля самай Зямлі амаль зусім празрыстае для сонечных цеплавых праменняў. Тым менш здольнае паглынаць праменні разрэджанае паветра.

Атмасфера награваецца толькі спрамяненнем зямной паверхні. Але і гэтае цяпло затрымліваецца не самім паветрам, а вадзяной парай і вуглекіслым газам, якія змяшчаюцца ў ім.

Калі-б у атмасферы не было гэтых пабочных прымесей, дык зямная паверхня ахалоджвалася-б уначы вельмі хутка.

Дзённая гарачыня змянялася-б страшэнным холадам начы амаль таксама раптоўна, як гэта адбываецца на пазбаўленым атмасферы Месяцы. Але невялікія колькасці ў паветры вадзяной пары і вуглекіслага газу, паглынаючы цяпло, спрамяняемае зямной паверхняй, выратоўваюць ад гэтага лёсу насельніцтва Зямлі. Як і шкло цяпліцы, яны захоўваюць цяпло ў ніжнім слаі паветра, што ахутвае Зямлю.

У стратасферы, дзе пануе люты холад, колькасць вадзяной пары нязначная. Няма там і цяжкага вуглекіслага газу, які ўтрымліваецца паблізу зямной паверхні.

Што-ж з'яўляецца «калектарам» цяпла ў стратасферы?

Гэта высветлілі работы прафесара І. А. Хвосцікава і іншых вучоных Геафізічнага інстытута Акадэміі навук СССР у Маскве.

У стратасферы над «паталком» шара-зонда цяпло захоўваецца азонам. Гэты газ утвараецца там з кісларода атмасферы пад дзеяннем ультрафіялетавых сонечных праменняў.

Калі гэтыя праменні сустракаюць на сваім шляху малекулу кісларода, яны расшчапляюць яе. Паяўляюцца свабодныя атамы кісларода.

Але атамы не «любяць» адзіноты. Сустрэўшы малекулу кісларода, атам зараз-жа далучаецца да яе.

У малекуле кісларода два атамы, а калі да яе далучыцца трэці, утвараецца малекула азона.

Гэты газ у невялікай колькасці пранікае зверху і ў ніжнія слаі атмасферы. Паблізу зямной паверхні ён утвараецца таксама ў час электрычных разрадаў у паветры—маланак.

Унізе яго вельмі мала, а ў стратасферы значна больш. Аднак прымесь азона вельмі невялікая: сабраны з усёй атмасферы ля зямной паверхні, ён пакрыў-бы Зямлю слоем таўшчынёй толькі ў 3 міліметры.

Але вучоныя ўсё-ж знаходзяць спосабы адкрыць у паветры стратасферы азон і вымераць яго колькасць. Ідэю такіх вымярэнняў падаў наш вядомы фізік акадэмік С. І. Вавілаў.

Чым вышэй над «паталком» шара-зонда, тым больш азону. Аб гэтым паведамлялі прыборы з адлятаючых у неба ракет. На вышыні 55 кіламетраў колькасць азону павялічваецца ўжо амаль да 1 працэнта.

А чым больш азону, тым становіцца цяплей, таму што ён паглынае вялікую колькасць сонечнай энергіі.

На вельмі вялікай вышыні, аднак, свабодныя атамы кісларода ўжо рэдка сустракаюцца з малекуламі, якія могуць даць ім «прытулак».

На адлегласці ста кіламетраў над Зямлёй усе малекулы кісларода расшчэплены на атамы. Там ёсць толькі «атамны» кісларод.

Большасць людзей нават не падазрае, ад якіх небяспек іх выратоўвае атмасфера.

Калі-б паветра прапускала разам са светлавымі многа нябачных ультрафіялетавых праменняў, дык Сонца загубіла-б усё жывое на зямной паверхні.

На шчасце, светлавое ваганне, якое расшчапіла малекулу кісларода, затухае. Таму толькі невялікая частка ультрафіялетавага спрамянення дасягае паверхні Зямлі.

Другая пагроза для жыцця на Зямлі, толькі нядаўна стаўшая вядомай вучоным, — касмічныя праменні. Так названы лівень незвычайна хуткіх атамных «асколкаў», які падае на Зямлю з сусветнай прасторы.

Пралятаючы праз паветра, гэтыя нябачныя «снарады» адрываюць у атамаў кісларода і азота электроны і паступова траціць сваю разбуральную сілу.

Самі «снарады», страціўшы энергію, спыняюцца і далучаюцца да незлічоных «мірных» электронаў паветра.

Так паветраная абалонка засцерагае ўсё жывое на Зямлі і ад згубных касмічных праменняў.

415

Дзе мяжа атмасферы?

Мы жывем на дне паветранага акіяна.

Чалавеку ўдалося пакуль падняцца толькі на 22 кілометры ўгору.

Амаль у два разы вышэй залятаюць радыёзонды.

Высока над «паталком» шароў-зондаў падымаюцца ракеты.

Але думка вучоных імкнецца яшчэ далей.

Як высока распасціраецца атмасфера? Дзе «паверхня» паветранага акіяна?

Адказ на гэтыя пытанні вучоныя шукаюць у серабрыстых воблаках, ва ўспышках метэораў, у змрочным святле неба і ў агнях палярных ззянняў.

Летняй ноччу на цёмным фоне ў поўночнай частцы неба бываюць бачны нейкія зусім асаблівыя воблакі. Тонкія і празрыстыя, асветленыя праменнямі зайшоўшага сонца, яны, быццам здані, хутка імчацца з усходу на захад.

Упершыню на іх звярнуў увагу рускі астраном В. К. Цэраскі ў 80-х гадах мінулага века. З таго часу вучоныя заняліся назіраннем за гэтымі цікавымі воблакамі. Перш за ўсё была вымерана вышыня, на якой яны знаходзіліся. Выявілася, што воблакі гэтыя плывуць незвычайна высока.

Нават далёкія пёрыстыя воблакі вельмі блізка ад нас у параўнанні з серабрыстымі: да пёрыстых воблакаў не больш якіх-небудзь 10 кіламетраў, а да серабрыстых у восем разоў больш.

Загадкавая прырода гэтых воблакаў!

Адкуль узялася пара ў верхніх слаях стратасферы?

Магчыма, вывяржэнні вулканаў закідваюць на вялікую вышыню пару вады і попел, а паветраныя плыні падымаюць іх яшчэ вышэй?

Але магчыма, што серабрыстыя воблакі і не зямнога паходжання: проста крыху касмічнага пылу, рассеянага на велізарнай прасторы.

Значыць, на адлегласці 80—85 кіламетраў ад Зямлі яшчэ досыць шчыльнае паветра; яно падтрымлівае навісу́ серабрыстыя воблакі і імчыць іх з вялікай хуткасцю.

Ці высока распасціраецца атмасфера над серабрыстымі воблакамі?

Метэоры, або «падаючыя зоркі», паведамілі назіральнікам, што ёсць паветра і на вышыні ў два разы большай.

Успышка «падаючай зоркі» — мініятурная касмічная катастрофа: найдрабнейшыя цельцы — метэарыты — сутыкаюцца з Зямлёй і згараюць у яе атмасферы.

Калі-б не было атмасферы, дык мільёны метэарытаў бамбардыравалі-б зямную паверхню. Гэтыя каменныя і жалезныя крупінкі пранізвалі-б наскрозь людзей і жывёл.

Гэтыя касмічныя «снарады» імчацца ў сусветнай прасторы ў дзесяткі разоў хутчэй, чым кулі або артылерыйскія снарады. Значыць, і сіла ўдару іх у сотні і тысячы разоў большая.

Можна сабе ўявіць, якія разбурэнні ўтварыў-бы метэарыт у некалькі кілаграмаў вагой! Пры ўдары аб зямную паверхню ён умомант ператварыўся-б у распаленую пару; удар атрымліваўся-б з выбухам значна большай сілы, чым ад такой-жа колькасці дынаміту.

Але паветра засцерагае зямную паверхню ад разбуральных удараў гэтых касмічных снарадаў. Як ні разрэджана яно на вышыні 120—200 кіламетраў, аднак аказвае метэарыту, які хутка імчыцца, такое супраціўленне, як слой гліны ружэйнай кулі.

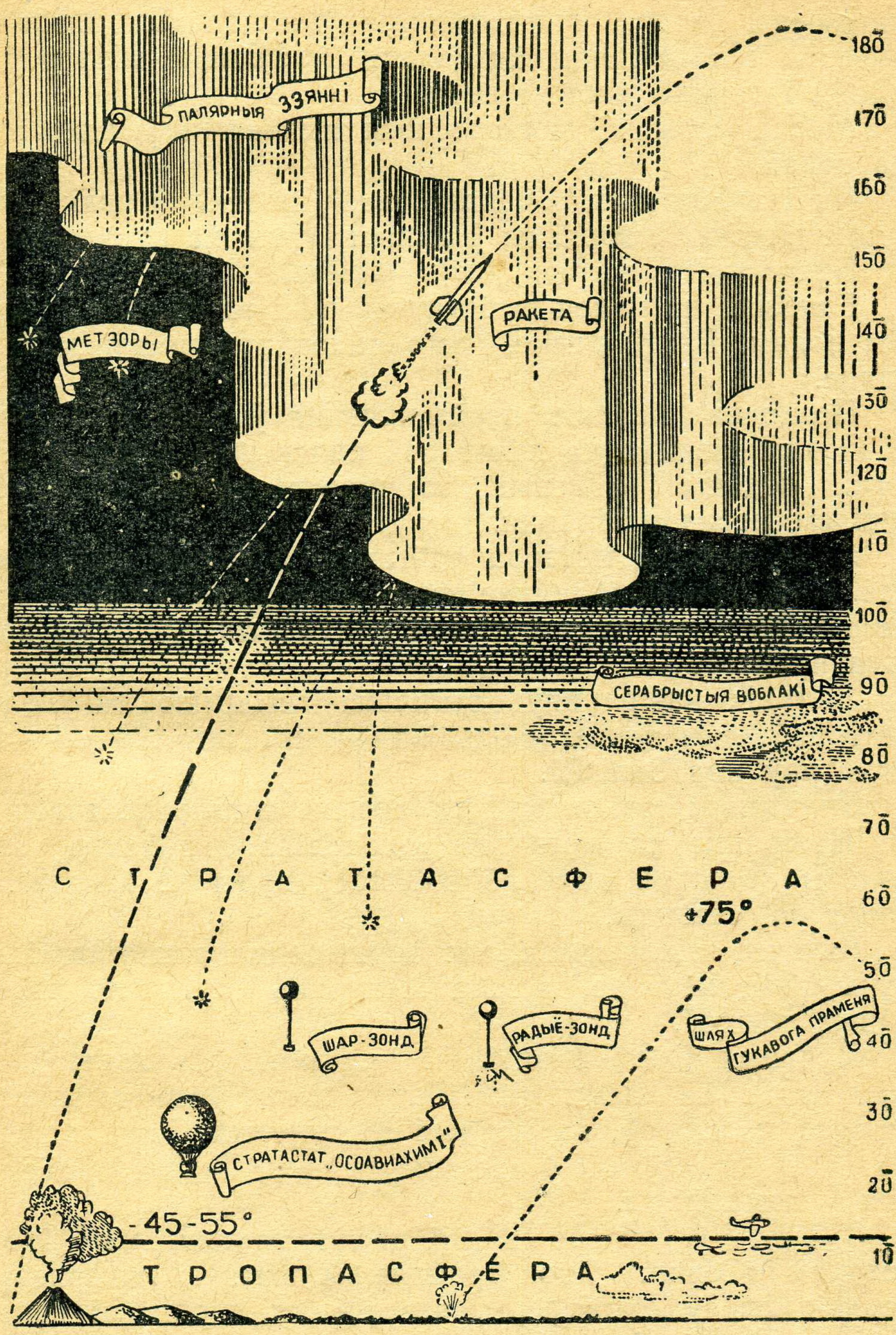
Вось нечаканы госць з сусветнай прасторы ўлятае ў атмасферу. Ён са страшэннай сілай сціскае спераду сябе паветра. А пры сцісканні газы награваюцца, што лёгка даказаць, накачваючы паветра ў герметычна закрыты сасуд з тэрмометрам унутры.

Перад метэарытам утвараецца «шапка» распаленых газаў, якая і здаецца нам падаючай зоркай.

Але і сам метэарыт, ударыўшыся аб слаі паветра, распальваецца і ператвараецца ў пару. Толькі больш буйныя «нябесныя каменні», аплавіўшыся з паверхні, падаюць на Зямлю.

Там, дзе паяўляецца ўспышка метэора, паветра ўжо досыць шчыльнае. Значыць па вышыні яе можна вызначыць, дзе ляжыць мяжа слою паветра, супраціўленне якога затрымлівае касмічны снарад.

Як-жа вымераць вышыню паяўлення падаючай зоркі?
На першы погляд — неажыццявімая задача!
Але вучоныя даўно і проста вырашылі яе.



Будова атмасферы (вышыня ў кілометрах).

Яшчэ ў пачатку мінулага века двое студэнтаў, аматараў астраноміі, вырашылі вымераць вышыні ўспышкі падаючых зорак. Знаходзячыся ў аддаленых адзін ад другога пунктах, яны адзначалі паяўленне метэораў у адной і той-жа частцы неба.

Месца ўспышкі метэора яны вызначалі ў адносінах да зорак.

Як і трэба было чакаць, назіральнікі бачылі паяўленне падаючай зоркі не ў адным і тым-жа пункце неба.

Прычыну гэтага зразумець няцяжка.

Глядзіце на палец выцягнутай рукі то адным, то другім вокам. Вы ўбачыце, што палец перамяшчаецца на сцяне.

Прычына бачнага перамяшчэння ў тым, што нашы вочы знаходзяцца на некаторай адлегласці адно ад другога. Гледзячы то левым, то правым вокам, мы як-бы мяняем месца назірання.

Але ўспышка метэора адбываецца вельмі далёка ад нас. Каб атрымаць уяўнае перамяшчэнне яе на небе, трэба назіраць яе адначасова з аддаленых адзін ад другога пунктаў.

З такіх назіранняў вылічылі вышыню паяўлення метэораў: яны ўспыхваюць на адлегласці 120—200 кіламетраў над Зямлёй.

Значыць, і там яшчэ ёсць досыць шчыльнае паветра!

Назіранне за метэорамі дазволіла даведацца штоколечы аб гэтай далёкай вобласці, куды не залятаюць нашы радыёзонды.

Бачачы, напрыклад, як зрушваецца там убок бліскучы след метэора, можна вымераць хуткасць павет раных плыней.

Вучоныя ўжо вызначылі і шчыльнасць паветра на вышыні да 250 кіламетраў. Гэтую задачу яны вырашылі па руху метэораў, па яркасці асветленых Сонцам верхніх слаёў атмасферы ў час змроку і па іншых назіраннях у атмасферы.

Змрок — рассеянае святло пасля заходу або перад усходам Сонца. Яно трапляе на зямную паверхню з верхніх слаёў атмасферы, асветленых прамымі сонечнымі праменнямі.

Пасля заходу Сонца на захадзе загараецца зара — светлыя палосы чырвонага, аранжавага, жоўтага і блакітнага колераў.

Некаторых з іх можа не быць, але парадак іх застаецца заўсёды нязменным: такім-жа, як і ў сонечным спектры.

Зямная атмасфера праламляе і раскладае сонечныя праменні. Зара — падобнасць спектра, які дае шкляная прызма.

На процілеглым баку неба ў гэты час павольна падымаецца цёмны конус зямнога ценю. Ён шэравата-сіняга колеру і ясна вылучаецца на фоне неба. Часам цень Зямлі бывае акаймаваны вузкім колам чырванавата колеру.

Сонца апускаецца ўсё ніжэй пад гарызонт. Фарбы зары цьмянеюць. Нарэшце застаецца толькі вузкая светлая палоска над самым гарызонтам. Калі і яна пагасне, змрок канчаецца.

Акадэмік В. Г. Фесенкоў, назіраючы яркасць неба ў час змроку, яшчэ ў 1915 годзе вызначыў шчыльнасць паветра на вышыні 200—250 кіламетраў над Зямлёй.

Колькі здзіўляючых уласцівасцей атмасферы адкрылі вучоныя, назіраючы пашырэнне ў ёй гуку, успышкі метэораў і з'яву змроку!

Адкрыццё ў канцы мінулага века радыёхваль дало ў рукі вучоным новы сродак для даследавання атмасферы.

Пасылаючы радыёхвалі ў атмасферу, таксама можна вывучыць некаторыя яе ўласцівасці.

Гэта стала магчымым пасля таго, як рускі вучоны А. С. Папоў у 1896 годзе перадаў першую ў свеце радыёграму на адлегласць 250 метраў.

Радыёсувязь хутка развівалася. Радыёстанцыі пачалі перадаваць на вялікія адлегласці свае паведамленні.

Аматары, карыстаючыся кароткімі радыёхвалямі, пры дапамозе саматужных, маламоцных перадатчыкаў, на здзіўленне радыётэхнікаў, устанавілі сувязь паміж сабой праз моры і акіяны.

Тады і спецыялісты звярнулі ўвагу на кароткія хвалі, якімі яны грэбавалі раней.

Чаму радыёхвалі не ідуць у сусветную прастору, а прабягаюць над зямной паверхняй навокал усёй Зямлі?

На гэтае пытанне спачатку не маглі адказаць нават спецыялісты-радыётэхнікі.

Выявілася, што радыёхвалі, як і гук, адбіваюцца ў стратасферы.

Чым далей ад кароткахвалевага радыёперадатчыка, тым меншая сіла сігналаў. Нарэшце, на некаторай адлегласці іх зусім не чуваць.

Пачынаецца зона маўчання, як і пры пашырэнні гуку.

Але далей сігналы зноў добра чуваць: радыёхвалі адбіліся высока ў атмасферы і звярнуліся на Зямлю.

Цяпер зразумела, што яны могуць аббегчы вакол зямнога шара, адбіваючыся то ад зямной паверхні, то ад слаёў атмасферы.

Зварот радыёхваль на Зямлю адбываецца з вышыні 100—300 кіламетраў. Зямля і акіян адбіваюць іх таму, што горныя пароды і вада электраправодны.

Відавочна, што і слаі паветра на вышыні 100—300 кіламетраў набываюць уласцівасць праводзіць электрычны ток.

Для гэтага патрэбна, каб у паветры былі зараджаныя электрычнасцю частачкі. Гэтыя частачкі і паяўляюцца ў паветры пад дзеяннем ультрафіялетавых праменняў.

Кароткія светлавыя ваганні адрываюць электроны ад атамаў кісларода і азота высокіх слаёў атмасферы. Атамы, трацячы адмоўна зараджаныя электроны, набываюць дадатны зарад. Там-жа, дзе ёсць адмоўна і дадатна зараджаныя частачкі, можа распаўсюджвацца электрычны ток.

Так серабрыстыя воблакі, радыёхвалі і метэоры дазваляюць даследаваць атмасферу да вышыні 250—300 кіламетраў.

Але ці ёсць яшчэ вышэй паветра і якія яго ўласцівасці? Хто можа паведаміць нам аб гэтым?

Палярныя ззянні.

На вялікай вышыні раптам з'яўляюцца некалькі жоўта-зялёных або яркачырвоных дуг, якія патроху расшыраюцца і набліжаюцца да зеніта, раскідаючы рознакаляровыя праменні. Неба становіцца падобным да велізарнага свецячагася купала, па якому коцяцца зялёныя, сінія, чырвоныя і жоўтыя хвалі.

Часам з неба спускаецца ззяючая залаціста-чырвоная заслона з хвалістымі складкамі.

Далей мы ўбачым, што палярнае ззянне — гэта свячэнне разрэджаных газаў паветра. Значыць, па вышыні яго з'яўлення можна меркаваць аб межах атмасферы.

Ніжні край палярнага ззяння ніколі не спускаецца ні-

жэй 100 кілометраў, верхнія-ж праменні яго часам дасягаюць 1000 кілометраў над Зямлёй.

Таму можна быць упэўненым, што на адлегласці 1000 кілометраў над зямной паверхняй яшчэ ёсць разрэджаныя газы.

Якія незвычайныя ўласцівасці атмасферы на вельмі вялікіх вышынях!

Вучоныя былі здзіўлены, што на адлегласці 60 кілометраў над Зямлёй паветра нагрэта да 75 градусаў. Але на вышыні 200 кілометраў, паводле некаторых разлікаў, тэмпература паветра каля 600 градусаў.

Аднак не трэба думаць, што трапіўшая туды стальная ракета напаліцца дачырвана, як у металургічнай печы.

На такой вышыні паветра разрэджана больш, чым у вакууме, створаным лепшым паветраным насосам нашых лабараторый. Частачкі паветра там такія рэдкія, што могуць пралятаць многа кілометраў, не сутыкаючыся адна з другой.

Значыць, аб ракету ўдарыцца вельмі недастатковая колькасць частачак, якія не могуць перадаць столькі цяпла яе корпусу, каб напаліць яго.

Такімі з'яўляюцца не зусім даказаныя і не зусім растлумачаныя ўласцівасці высокіх слаёў атмасферы.

Вучоныя працягваюць даследаваць іх, назіраючы метэоры, палярныя ззянні і начное свячэнне неба, аб якім мы раскажам далей.

Не зусім вырашана задача і аб мяжы атмасферы.

Як відаць, такой рэзкай мяжы, як паверхня акіяна, у атмасферы няма.

Дзесьці на вялікай вышыні частачкі газаў ужо не ўтрымліваюцца прыцяжэннем Зямлі: яны паступова рассейваюцца ў міжпланетнай прасторы.

Сфера рассеяння газаў і можа лічыцца мяжой атмасферы.

Зялёная лінія

Адна з найцяжэйшых загадак прыроды — састаў паветра на вельмі вялікіх вышынях.

На працягу больш двух тысяч гадоў вучоныя не ведалі, што такое паветра, якім яны дыхаюць.

Толькі ў XVIII веку, калі вялікі рускі вучоны М. В. Ламаносаў і пазней французскі хімік Лавуаз'е ўжылі пры

аналізах вагі, удалося даведацца, што паветра складаецца з двух газаў.

У адным з іх можна спаліць жалезны дрот, як сухую трэску. Гэты газ названы кіслародам. Ён неабходны для дыхання людзям і жывёлам.

Калі-ж пад шкляным каўпаком выгарае кісларод, застаецца «безжыццёвы» азот, які не падтрымлівае гарэння і дыхання.

Вучоныя доўга не падазравалі, што ў незгарэўшым азоце ёсць яшчэ пяць невядомых ім газаў.

Гэтыя газы «абыякавы» да ўсіх іншых вяшчэстваў прыроды. Яны не ўступаюць ні ў якія хімічныя злучэнні.

Іх можна выдзеліць, аднак, з вадкага паветра перагонкай, як ачышчаюць, напрыклад, спірт ад шкодных прымесей.

Раней за ўсіх улятучваюцца з вадкага паветра два з нанава адкрытых газаў — гелій і неон. Затым выпараюцца азот і кісларод.

Тады застаюцца ў вадкасці тры газы — аргон, крыптон і ксенон. Іх лёгка раздзяліць, карыстаючыся тым, што яны закіпаюць пры розных тэмпературах.

Як здзівілі гэтыя новыя элементы вучоных!

Для іх спачатку не знаходзілася нават месца ў таблі-цы вялікага Д. І. Мендзелеева; выявілася, што яны ўтвараюць зусім новую групу вяшчэстваў, якая дапоўніла гэтую табліцу.

Цяпер гелій, неон і аргон ужо знаёмы ўсім.

Лёгкім геліем напаўняюць аэрастаты. Неон у шкляных трубачках вячэрніх шыльдаў пад дзеяннем электрычнага току ззяе аранжава-чырвоным святлом. Аргон з прымессю пары ртуці ў такіх-жа трубках спрамяняе яркае блакітнае святло.

Аргона досыць многа ў атмасферы. Амаль сотая частка паветра (па аб'ёму) — аргон. Усіх астатніх новых газаў разам менш, чым аргона.

Можна лічыць, што паветра — сумесь азота, кісларода і аргона. Але ці такое яно на вялікай вышыні? Магчыма, паветра замяняецца там іншымі газамі?

Гэта зусім магчыма. Калі ўтварылася Зямля, на ёй было многа вадарода. Інакш не магла-б яна пакрыцца акіянамі і морамі: бо вада-ж — злучэнне вадарода з кіслародам.

Калі частка вадарода захавалася ў свабодным выгля-

дзе, то гэты газ павінен быў падняцца ўверх і ахутаць Зямлю суцэльнай вадароднай атмасферай.

Усе вучоныя яшчэ пятнаццаць-дваццаць гадоў таму назад былі ўпэўнены, што на вышыні каля 100 кіламетраў у паветры ўжо ёсць значная прымесь гелія і вадарода. А яшчэ вышэй быццам-бы ўся атмасфера складаецца толькі з гэтых газаў.

Але першая-ж проба паветра, захопленая нашым стратастатам «СССР» на вышыні каля 18,5 кіламетра, расчаравала вучоных: у ёй былі ўсё тыя-ж старыя знаёмыя — кісларод і азот, а не вадарод і гелій.

Спачатку падумалі нават, быццам прыбор для ўзяцця пробы няспраўны і набраў паветра ўнізе. Пачалі выпрабоўваць прыбор. Але ён быў у поўнай спраўнасці.

Значыць, сапраўды на вышыні каля 20 кіламетраў паветра зусім тое-ж, што і ля зямной паверхні.

Праўда, гэта не асабліва вялікая вышыня. Магчыма, што на адлегласці 100 кіламетраў над узроўнем мора і адбываецца замена паветра геліем і вадародам?

На гэта і спадзяваліся вучоныя, якія верылі ў існаванне вадароднай атмасферы Зямлі.

Але палярныя ззянні канчаткова пераканалі ўсіх вучоных у адсутнасці вадарода на вышыні 100 — 400 кіламетраў.

Каб зразумець, як палярныя ззянні могуць паведаміць аб саставе паветра, трэба ўспомніць аб адным фізічным доследзе.

Хто не любаваўся на ўроках фізікі свячэннем разрэджаных газаў у шкляных трубках, калі ў іх адбываецца электрычны разрад!

Катод выкідае паток частачак — электронаў, якія хутка імчацца. Гэтымі найдрабнейшымі «снарадамі» бамбардыруюцца малекулы газаў у трубцы. Атамы прыходзяць ва «ўзбуджаны» стан і спрамяняюць святло.

Светлавое ваганне — гэта сігнал, які пасылаецца атамам у прастору: атам кожнага газу спрамяняе святло толькі пэўных колераў, падобна да таго як туга нацягнутая струна дае гук толькі адной вышыні.

У спектры свецячагася газу мы бачым таму толькі ўласцівыя яму каляровыя лініі. Распаленая пара натрыя дае яркую жоўтую лінію. У спектры вадарода — вельмі яркая чырвоная, светлая сіне-зялёная і дзве слабыя фіялетавыя палоскі.

Палярнае ззянне — той-жа дослед, які ўтвараецца прыродай у касмічным маштабе: замест газаў у шкляной трубцы — разрэджанае паветра стратасферы; электроны выкідае Сонца; свячэнне газаў стратасферы — палярнае ззянне.

Значыць і ў спектры поўночнага ззяння павінны быць лініі тых газаў, з якіх складаецца атмасфера на вышыні 100 — 400 кіламетраў.

У спектры поўночных ззянняў не выявілася адзнак таго, што на вышыні іх многа гелія або вадарода. Затое там несумненна ёсць азот.

Але адна ярказялёная лінія ў гэтым спектры прымусіла задумацца вучоных.

Якому газу належыць яна?

Дзесяць гадоў фізікі ўсіх краін дарэмна шукалі гэтую загадкавую лінію ў спектры розных вяшчэстваў.

Адзін з вучоных дапусціў нават, быццам у стратасферы ёсць нейкі нікому яшчэ не вядомы газ «геакароній», які спрамяняе зялёнае святло.

І многія метэаролагі доўга верылі ў гэты не існуючы ў прыродзе газ. Але каля дваццаці гадоў таму назад вучоныя даказалі, што зялёную лінію ў спектры дае ўсё той-жа стары знаёмы хімікаў — кісларод.

Значыць, на вялікай вышыні павінен быць «атамны» кісларод, які ўтвараецца там са звычайнага пад уплывам ультрафіялетавых праменняў.

Так было даказана, што і вышэй 100 кіламетраў паветра складаецца з азота і кісларода, які і спрамяняе зялёнае святло, што прымусіла задумацца фізікаў.

Ледзь толькі была раскрыта тайна зялёнай лініі, як узнікла новая загадка.

У апошнія гады вучоныя вельмі зацікавіліся начным свячэннем неба.

Нават у самую цёмную ноч неба пасылае яшчэ столькі святла, што, уважліва прыгледзеўшыся, можна адрозніць стрэлкі кішэннага гадзінніка.

І гэта не святло зорак.

Разлік паказвае, што святло, якое яны пасылаюць, не можа растлумачыць свячэнне начнога неба: яркасць начнога неба ў некалькі разоў большая.

Назіранні даказалі, што большая частка святла начнога неба спрамяняецца атмасферай.

Як відаць, паветра вяртае ўначы ў выглядзе святла паглынутую ім энергію Сонца. Але як гэта адбываецца, вучоным яшчэ не зусім ясна.

У спектры начнога свячэння — тыя-ж лініі азота і кіслярода. Ёсць у ім і знаёмая ўжо нам зялёная лінія. Але сярод іх нечакана выявілася якаясьці жоўтая лінія.

Рускія фізікі Чэрняеў і Вукс, якія працавалі летам 1936 года на Эльбрусе, даказалі, што жоўтая лінія належыць натрыю.

Адкуль-жа ўзяўся натрый на вышыні больш сотні кіламетраў?

Праўда, частачкі солі (у састаў якой уваходзіць натрый) знойдзены ў кропельках дажджу. Але да апошняга часу вучоныя былі ўпэўнены, быццам перамешванне атмасферы адбываецца не вышэй 9 — 11 кіламетраў.

Цяпер прыходзіцца дапусціць, што паветра зямной паверхні можа трапіць і на велізарную вышыню, захапляючы з сабой частачкі марской вады.

Магчыма, між іншым, што натрый заносіцца ў верхнія слаі атмасферы каменнымі метэарытамі. Невялікая колькасць яго змяшчаецца ў гэтых касмічных каменнях.

Яшчэ вучоныя не знайшлі прычыны паяўлення на вялікай вышыні натрыя, як у спектры свячэння начнога неба былі адкрыты таксама лініі кальцыя, жалеза, магнія.

Так усё новыя праблемы паўстаюць перад вучонымі, якія даследуюць паветраны слой, што ахутвае Зямлю.

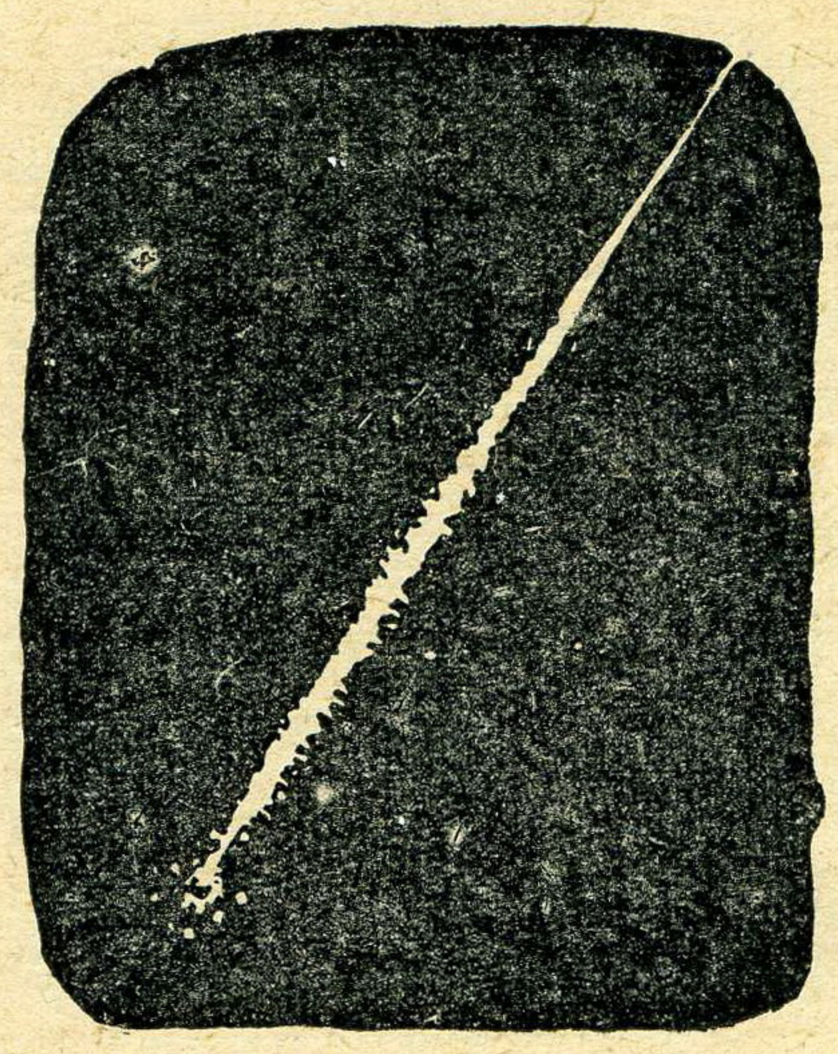
Стальныя ракеты даследчыкаў стратасферы канчаткова разбілі «нябесную цвердзь», як называе бачнае блакітнае неба свяшчэнная кніга старажытных яўрэяў — біблія, прызнаная і хрысціянскай царквой.

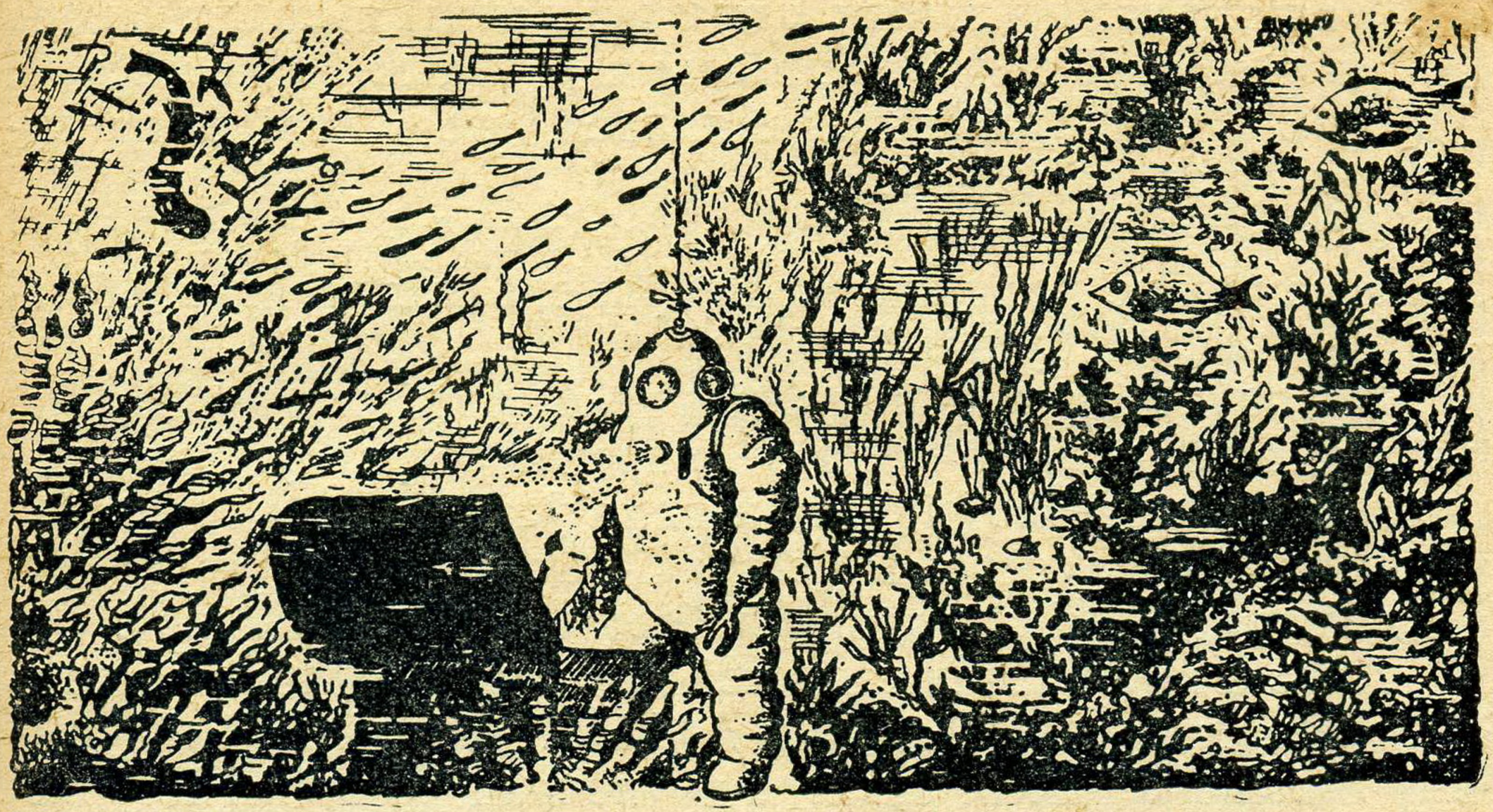
Многія вучоныя сярэдніх вякоў лічылі блакітнае неба цвёрдай хрустальнай сферай, да якой быццам-бы прымацаваны зоркі. Гэтая думка падтрымлівалася і царкоўнікамі, якія запэўнялі, што часам можна нават чуць звон верцячайся хрустальнай сферы. Выгляд блакітнага неба рабіў вялікае ўражанне на чалавека, даючы повад да стварэння рэлігійных уяўленняў аб знаходжанні на небе «бога», аб сашэсці яго з неба на зямлю і да таго падобных легенд.

Але даследаванні вучоных даўно даказалі, што блакітнае неба — вынік рассеяння частачкамі паветра блакіт-

ных праменняў сонечнага святла. Навука знішчыла наіўнае ўяўленне аб абмежаванасці Сусвету, які быццам-бы распасціраецца толькі да «сферы зорак».

На вышыні 100 кілометраў, куды ўжо залятаюць ракеты вучоных, няма блакітнага неба. Там удзень, як з паверхні Зямлі ўначы, адкрываецца змрочная глыбіня бязмежнай сусветнай прасторы, у якой гараць далёкія сонцы-зоркі.





Раздзел 2.

ТАЙНЫ АКІЯНА

Загадка марскіх плыней

Задоўга да адкрыцця Амерыкі Калумбам ісландскія і нарвежскія маракі ведалі аб існаванні за акіянам зямлі. Іх наводзілі на гэтую думку дрэвы невядомых пародаў, якія сустракаліся ў адкрытым моры.

Як-жа дрэвы, трапіўшыя ў акіян ля берагоў Амерыкі, дасягнулі Ісландыі і Нарвегіі?

Марскія-ж хвалі, якія як быццам бягуць па паверхні мора, у сапраўднасці ўяўляюць сабой толькі ваганне вады. Яны не рухаюць уперад плаваючыя ў моры прадметы.

Хвалі не маглі прынесці дрэвы з Амерыкі да берагоў Еўропы.

Значыць, сярод спакойнага акіяна цячэ рака, па якой і прыплылі гэтыя дрэвы.

Жыхары ўзбярэжжа акіянаў і маракі адкрылі некалькі такіх плыней.

У 1500 годзе судно мораплаўцы Кобраля, які накіраваўся ў Індыю, было занесена плынню на захад, да берагоў Бразіліі.

Так Кобраль стаў міжвольным адкрывальнікам Поўднёвай Амерыкі.

Для вывучэння марскіх плыней пачалі пускаць у мора добра закупораныя і засмоленыя бутэлькі з запіскамі ўнутры. У запісках паведамлялася, дзе і калі была пушчана бутэлька ў мора.

Маракі ўважліва сочаць за паверхняй мора. Іх пільнае вока не пакіне незаўважаным прамень святла, які адаб'ецца ад шкляной бутэлькі.

Ля поўночна-заходніх берагоў Афрыкі траплялісь бутэлькі, пушчаныя ў мора з Азорскіх астравоў. Значыць, міма гэтых астравоў ідзе плынь на ўсход.

Паступова географы і маракі вывучылі напрамак рэк, якія цякуць паміж вадзянымі берагамі сярод акіянаў.

Адна з такіх цёплых плыней пачынаецца паблізу заходняга берага экватарыяльнай Афрыкі. Яна ідзе міма астравоў Зялёнага Мыса, дасягае поўночнай ускраіны Поўднёвай Амерыкі, заходзіць у Караібскае мора, а адтуль урываецца ў Мексіканскі заліў.

Сцяснёная ў заліве, вада накіроўваецца праз вузкія вароты паміж Фларыдай і Вялікімі Антыльскімі астравамі.

Выйшаўшы ў адкрыты акіян, гэтая новая плынь накіроўваецца на ўсход міма Бермудскіх і Азорскіх астравоў да поўночна-заходняй ускраіны Афрыкі.

Так замыкаецца кола цёплых плыней поўночнай Атлантыкі, заключаючы ўнутры сябе стаячае Саргасава мора.

Тое-ж паўтараецца ў яе поўднёвай частцы, а таксама ў Ціхім акіяне на поўнач і на поўдзень ад экватара: уздоўж экватара цякуць цёплыя рэкі на захад; у сярэдніх шыротах ідуць плыні на ўсход, а паміж імі застаюцца авальныя стаячыя «моры», па аднаму ў поўднёвай і поўночнай частках акіянаў.

Гэтыя плыні вельмі мяняюць клімат бліжэйшых краін.

На крайнім поўночным захадзе Еўропы растуць вішні і выспяваюць ячменныя палі, а ў Амерыцы на той-жа геаграфічнай шыраце ў мінулым веку загінула палярная экспедыцыя Франкліна.

Нават на шыраце Парыжа ў Амерыцы палююць на белых мядзведзяў.

Вось што робіць цёплы струмень Гальфстрыма, які аддзяляецца ад плыні з Мексіканскага заліва.

Як-жа не назваць цёплыя плыні «цэнтральным вадзяным ацяпленнем» Зямлі!

Аднак акіянскія плыні рухаюцца па іншай прычыне, чым вада ў трубах вадзянога ацяплення.

Якая-ж сіла гоніць ваду марскіх плыней?

Яна павінна быць не маленькай: тысячы кубічных кіламетраў вады праносіць за суткі кожная плынь міма амываемых ёю берагоў.

І вось географы звярнулі ўвагу на дзіўнае супадзенне марскіх плыней з напрамкам пануючых вятроў.

У абласцях пасатаў цёплыя плыні ідуць за ветрам на захад.

У сярэдніх шыротах Поўночнага поўшар'я частымі з'яўляюцца вятры, якія дзьмуць на поўночны ўсход.

Прыблізна ў тым-жа напрамку рухаюцца ў гэтых шыротах і марскія плыні.

Тое-ж паўтараецца і ў Поўднёвым поўшар'і.

Гэтае супадзенне не можа быць выпадковым: як відаць, пануючыя вятры гоняць з сабою ваду і ствараюць марскія плыні.

Так вырашылі нашы вучоныя. З імі згодна і большасць вучоных іншых краін. Гэтага погляду прытрымліваўся і вядомы рускі даследчык акіяна адмірал С. О. Макараў.

Толькі некаторыя вучоныя, асабліва з ліку японскіх, нязгодны з гэтай думкай. Яны лічаць прычынай марскіх плыней розную шчыльнасць вады ў розных частках акіяна.

Прыведзеная ў рух у адным месцы, вада паверхні акіяна пачынае рухацца і ў другім.

Шырокія струмені, якія аддзяляюцца ад плыней у палярныя моры, выносяць туды многа цёплай вады. Узамен яе адтуль прыцякае халодная вада.

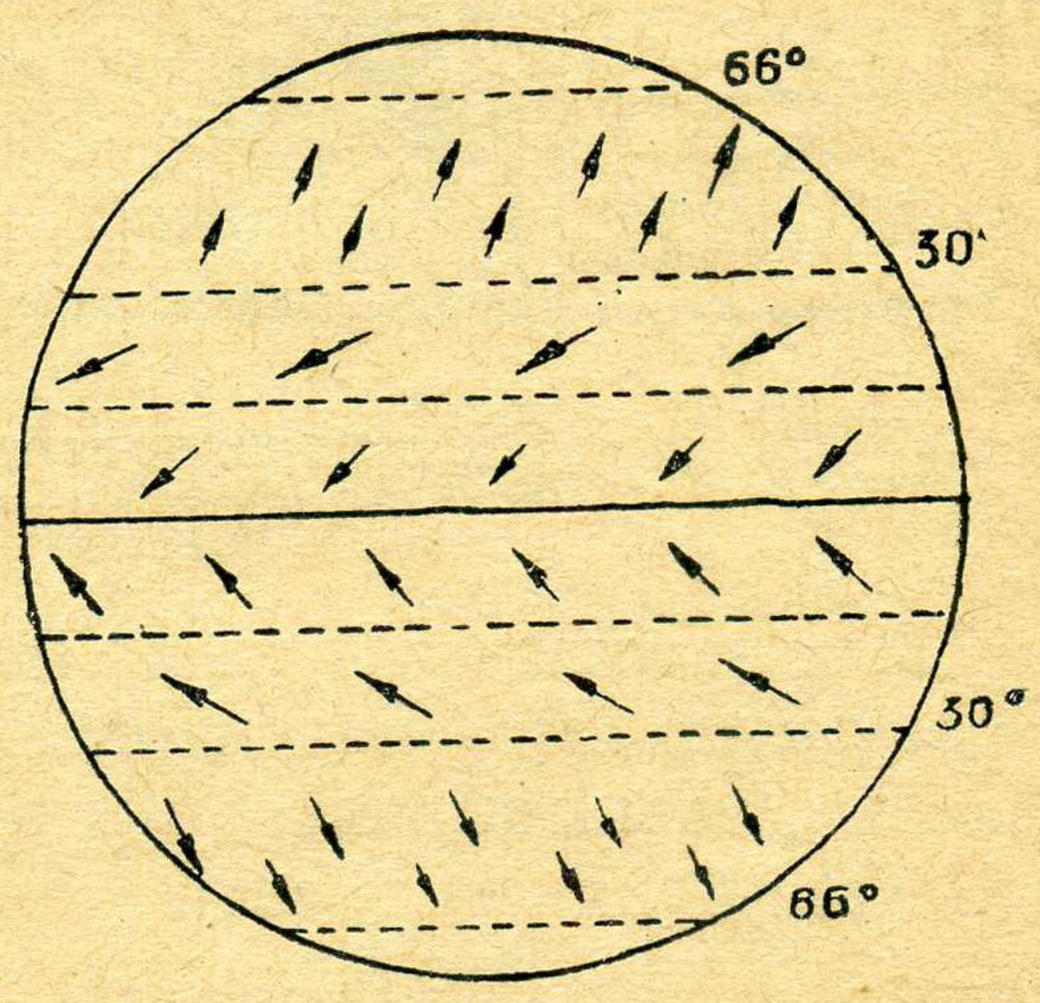


Схема паветраных плыней.

Так утварылася, напрыклад, халодная плынь уздоўж усходняга берага Поўночнай Амерыкі.

«Механізм» узнікнення плыней пад дзеяннем ветру растлумачыць няцяжка.

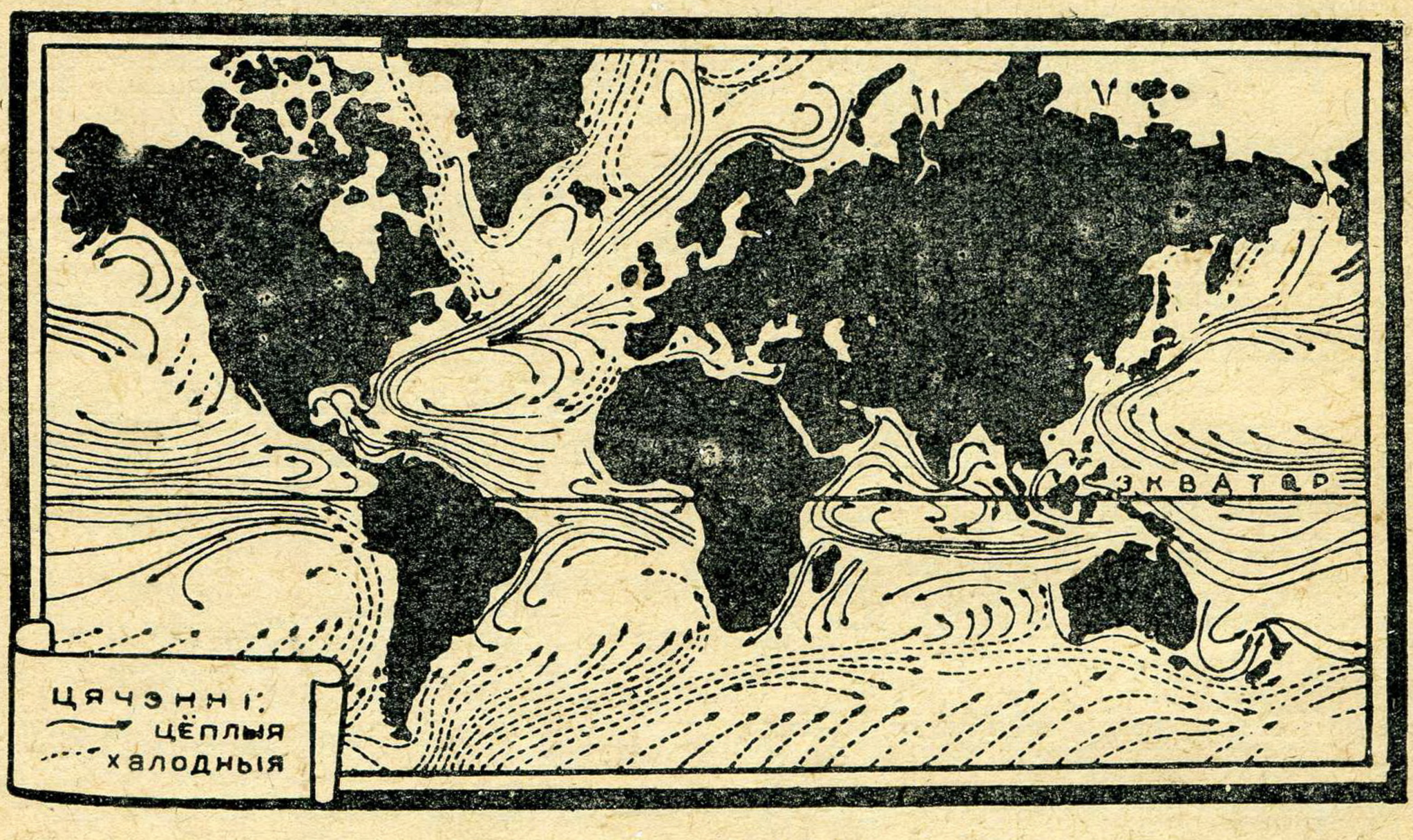
Маракам даўно вядома, што вецер, які доўга дзьме ў

адзін бок, гоніць верхні слой вады. Гэта часовыя «дрэйфавыя» плыні, якія спыняюцца, як толькі спыніцца вецер.

Зразумела, што такія-ж плыні павінны ўзнікаць і там, дзе дзьмуць пасаты і іншыя пастаянныя вятры.

Узнікшая плынь перадаецца ад слою да слою. Усё глыбей захапляе яна водную тоўшчу.

Ужо праз сорак гадоў — так сцвярджаюць вучоныя — прыдуць у слабы рух слаі на глыбіні 100 метраў. Праз 240 гадоў на такой глыбіні вада будзе цячы толькі ўдвая павольней, чым на паверхні.



Схематычная карта марскіх плыней.

Але пасаты дзьмуць на працягу дзесяткаў тысяч гадоў. Зразумела, што «падсцёбваючы» ваду, якая ўвесь час рухаецца, яны прывялі ў рух велізарныя водныя масы.

Калі-б цяпер пасаты нават спыніліся, дык марскія плыні яшчэ доўга рухаліся-б па інерцыі.

Але гэтыя заўсёдныя вятры няспынна падганяюць ваду, не даюць ёй запаволіць плынь.

Але ці не рухаюцца, аднак, і «вадзяныя берагі», паміж якімі цякуць марскія рэкі?

Ці не ахоплен увесь Сусветны акіян, хоць і непрыкметным на першы погляд, агульным рухам, як паветра атмасферы?

Як відаць, так і ёсць.

Вучоныя сцвярджаюць, што велізарныя масы вельмі халоднай вады павольна «паўзуць» па дну Сусветнага акіяна з Антарктыкі. Гэтым яны тлумачаць, што нават на экватары вада паблізу дна акіяна вельмі халодная.

Халодная вада з Антарктыкі пранікае да сярэдніх шырот у Поўночнае поўшар'е. Яе слой нават у трапічнай паласе захоплівае больш двух трэцей глыбіні акіяна.

У меншых колькасцях рухаецца на поўдзень халодная вада і з Арктыкі.

Страта вады ў арктычных акіянах, вядома, павінна папаўняцца цёплымі паверхневымі водамі з трапічнай зоны акіянаў.

Так адбываецца яшчэ мала вывучаная агульная цыркуляцыя вады ў Сусветным акіяне.

Глыбіні акіяна

Што-ж тоіцца ў недасяжных глыбінях акіяна?

Фантазія ўсіх народаў лічыць марское дно сховішчам незлічоных скарбаў. Там і каштоўны жэмчуг, які здабываецца смелымі плаўцамі, і золата затануўшых у даўнасці караблёў...

Але вучоных цікавяць іншыя тайны мора.

Падводныя плыні, салёнасць і шчыльнасць марской вады, тэмпература яе на вялікай глыбіні — вось чым заняты даследчыкі мораў.

Як-жа апусціцца ў марскую глыбіню?

Праўда, існуюць для гэтага вадалазныя касцюмы. Яны даюць магчымасць дыхаць пад вадой.

Аднак чым глыбей, тым большы цяжар адчувае на сабе вадалаз. Прычына гэтага — велізарны ціск вады.

На паверхні Зямлі мы адчуваем толькі ціск паветра, і ён досыць вялікі: не менш тоны цісне на грудную клетку чалавека. Гэта для нас не з'яўляецца цяжкім, таму што ўнутры грудной клеткі паветра супраціўляецца з той-жа сілай. Значыць, пругкасць паветра ўнутры яе ўроўнаважвае ціск звонку.

Але як толькі мы апускаемся ў ваду, вага яе прыбаўляецца да знадворнага ціску, і гэты цяжар павінна вытрымліваць цела вадалаза.

На глыбіні 10 метраў ціск ужо ўдвая большы, чым на паверхні мора.

Нават у вадалазным касцюме, металічны шлем якога

ахоўвае галаву, не апускаюцца звычайна глыбей 45 метраў. Толькі пры вялікай вопытнасці і трэніроўцы можна апусціцца ў ім на глыбіню да 70 метраў.

Канструктары прыдумалі, аднак, касцюм і для большых глыбінь. Гэта, па сутнасці, металічная скрынка з футляраў, засцерагаючых галаву, тулава, рукі і ногі ад ціску вады.

Жорсткія футляры злучаны паміж сабой шарнірамі. Таму заключаны ў іх чалавек можа рухаць рукамі і хадзіць па марскому дну.

Але нават і ў гэтым касцюме нельга апусціцца глыбей 150—200 метраў.

Вось якія недасяжныя марскія глыбіні!

І не толькі ціск вады пагражае вадалазу. У падводным свеце жывуць драпежнікі, значна больш небяспечныя, чым тыгры ў бамбукавых зараснікаў Індыі.

Вядома, што ўсе лясныя звяры адчуваюць інстынктыўны страх перад чалавекам. Звычайна яны пазбягаюць сустрэчы з ім і рэдка самі нападаюць на яго.

Але лютыя акулы, электрычныя скаты, буйныя васьміногі, або спруты, і іншыя марскія драпежнікі не ведаюць гэтага страху.

У 1932 годзе ля берагоў Амерыкі быў аднесен гіганцкім спрутам вадалаз, які павінен быў дастаць скрынку з золатам з затануўшага карабля.

Каб сфатаграфаваць карціну выгрузкі золата пад вадой, вадалаз захапіў з сабой аўтаматычны кіноапарат.

Нечакана з дна мора быў пададзен сігнал аб небяспецы.

Устрывожаныя людзі наверсе пачалі цягнуць стальны канат, на якім быў спушчан вадалаз. Але нейкая сіла супраціўлялася ім.

Раптам канат лопнуў. Канец яго, выгінаючыся, як змяя, выскачыў з марской глыбіні.

Зараз-жа на дапамогу гінучаму спусціўся ў мора яго таварыш. Аднак ён не знайшоў нават трупа загінуўшага. Толькі праз некалькі дзён удалося адшукаць цяжкі бот са свінцовай падэшвай знікнуўшага вадалаза.

Што-ж здарылася з ім?

Аб гэтым расказаў аўтаматычны кіноапарат, які сфатаграфаваў трагічную сцэну гібелі чалавека на дне мора.

У кіностудыі была прадэманстравана незвычайная карціна.

На экране паказаўся вадалаз, які спыніўся ля пакрытых водараслямі скрынак. У гэты момант над ім з'явіўся велізарны спрут. Марское страшыдла захапіла сваімі гнуткімі шчупальцамі паветраправод разам са стальным канатам і паплыло ўбок.

Канат зачапіўся за корпус карабля і разарваўся. Вадалаз спачатку паваліўся, але затым падняўся на ногі. Тады спрут імкліва кінуўся на яго, абвіў яго сваімі шчупальцамі і так-жа імкліва знік разам з ім з поля зроку.

Але, не гледзячы на небяспекі падводнага свету, чалавек не адступае перад імі. Спрытныя плаўцы з нажом у руцэ адважваюцца на бой з акулай. Смелыя вадалазы спускаюцца на глыбіню дзесяткаў метраў пры падняцці затануўшых караблёў і іншых работах.

Аднак вучоныя не задавальняюцца даследаваннем глыбінь, даступных вадалазам. Яны імкнуцца ўсё глыбей у таямнічую бездань акіяна.

Для даследавання марскіх глыбінь у нашай краіне былі пабудаваны спецыяльныя апараты — гідрастаты.

У сярэдзіне такога апарата знаходзіцца чалавек, які назірае праз акенцы малюнкі жыцця марскіх глыбінь.

Даследчык, які апускаецца ў мора ў такім апараце, бярэ з сабой запас кісларода ў невялікіх балонах. Выдыхаемы ім вуглекіслы газ паглынаецца асобымі прыборамі.

Гідрастат дае магчымасць вывучаць жыццё мора на глыбіні звыш 200 метраў.

Але найбольшай глыбіні — 920 метраў — удалося дасягнуць вучонаму Уільяму Бібу ў шарападобнай стальной кабіне — батысферы.

На гэтай глыбіні апарат адчувае такі-ж велізарны ціск, які адчуваюць сценкі навейшых заводскіх паравых катлоў.

Стальны пустацелы шар з чалавекам унутры апускаецца ў цемру вечнай ночы, якая пануе ў глыбінях акіяна. Яркі прамень пражэктара асвятляе дзіўных рыб.

Насельнікі марскіх глыбінь не адчуваюць велізарнага ціску. Але падняцца да паверхні мора для іх таксама немагчыма, як нам апусціцца без батысферы на гэтыя глыбіні: парушаная роўнавага паміж унутраным і знешнім ціскам загубіла-б іх.

Для вывучэння тэмпературы, шчыльнасці і салёнасці вады ў глыбінях акіяна няма патрэбы спускацца туды

самому назіральніку. Дастаткова апусціць на тонкім даўгім тросе вымяральныя прыборы.

З мэтай вывучэння марскіх глыбінь у розных частках акіяна не раз арганізоўваліся навуковыя экспедыцыі на спецыяльных суднах.

Цікавыя даследаванні былі праведзены выдатным рускім вучоным адміралам С. О. Макаравым у 80-х гадах мінулага века.

Плаваючы на параходзе «Тамань», які знаходзіўся ў распараджэнні рускага пасла ў Турцыі, С. О. Макараў вывучаў глыбінную плынь з Мрамарнага мора ў Чорнае.

Для гэтых назіранняў яму прышлося самому прыдумаць і зрабіць новы прыбор — «флюктометр».

Гэта быў прапелер з насаджаным на яго вось каўпаком.

Марская плынь вярцела прапелер, пры кожным абароце якога звінеў званок.

Гук вельмі добра перадаецца ў вадзе, і па гэтых званках у труме парахода лічылі абароты прапелера. Ведаючы-ж колькасць абаротаў у мінуту, лёгка было вылічыць і хуткасць глыбіннай плыні.

С. О. Макараў першы устанавіў, што глыбей усім вядомай плыні водаў Чорнага мора ў Мрамарнае існуе зваротны ток больш салёных водаў Мрамарнага мора. Ён вымераў хуткасць гэтых плыней і вызначыў, на якой глыбіні канчаецца верхняя і пачынаецца ніжняя плынь.

Але гэта было толькі пачаткам даследаванняў С. О. Макарава.

У хуткім часе пасля гэтага ён адправіўся як камандзір карвета «Віцязь» у кругасветнае плаванне.

Мэтай плавання было вырашэнне звычайных ваенна-вучэбных задач. Але С. О. Макараў па ўласнаму пачыну праводзіў яшчэ даследаванні марскіх глыбінь.

Гэтая работа праславіла імя С. О. Макарава і карвет «Віцязь» на ўвесь свет.

На працягу ўсяго плавання праз Атлантычны, Ціхі і Індыйскі акіяны вымяраліся тэмпература і шчыльнасць вады на глыбіні да 400 — 800 метраў.

Сваімі назіраннямі С. О. Макараў устанавіў, што глыбінныя воды большай часткі Ціхага акіяна ўвесь час паступова замяняюцца водамі з Антарктычнага акіяна.

Кніга С. О. Макарава «Віцязь» і Ціхі акіян» была вялікай падзеяй у навуцы. У ёй можна сустрэць зусім но-

выя ідэі. Напрыклад, С. О. Макараў прапаноўваў спосаб вызначэння месца судна па тэмпературы вады акіяна.

Пасля С. О. Макарава глыбіні Чорнага мора даследавалі геолаг Андрусаў, хімік Лебедзінцэў, заолаг Остраумаў і вучоны-марак Врангель. Яны плавалі на рускіх ваенных суднах «Данец», «Чорнаморац» і «Запарожац».

Яшчэ пазней, у наш час, вывучэннем Чорнага мора займаўся вядомы рускі географ Ю. М. Шакальскі. Ён плаваў на судне «Першае мая», спецыяльна падрыхтаваным для гэтай мэты.

Каб узяць узоры асадкаў на дне глыбокага мора, апускаюць лот — чыгунны конус на доўгім стальным канаце. У аснове конуса ёсць паглыбленне, напоўненае салам або мылам.

Пры ўдары аб марское дно кавалачкі грунту, пясок і ракушкі набіваюцца ў паглыбленне і затрымліваюцца там ліпкай масай.

Нядаўна вынайдзен другі прыбор для ўзяцця проб грунту з марскога дна. Ён уяўляе сабой падводную гармату, якая апускаецца на стальным канаце ўніз дулам. Снарадам гэтай гарматы з'яўляецца вельмі доўгая металічная трубка.

Як толькі трубка, якая высоўваецца з дула гарматы, дасягне марскога дна, адбываецца стрэл. Сіла выбуху забівае стальную трубку ў грунт на глыбіню да 3 метраў.

Так удаецца атрымаць калонку грунту, па якой відаць, у якім парадку і якія слаі ўтвараюць дно акіяна.

Гэты прыбор дазваляе браць узоры парод на глыбіні да 5 кіламетраў, дзе была адкрыта горная парода, невядомая на сухазем'і.

«Чырвоная гліна глыбокага мора», як назвалі гэтую пароду вучоныя, пакрывае тонкім слоем глыбокія часткі дна акіянаў. Па выгляду яна падобна да звычайнай гліны. Але ў полымі паяльнай трубкі чырвоная гліна дае чорны магнітны «каралёк»—маленечкі металічны шарык, які ўладае магнітнымі ўласцівасцямі.

Звычайная гліна не мае гэтых уласцівасцей.

Паходжанне чырвонай гліны глыбокага мора — новая загадка для вучоных.

Адны даследчыкі лічаць яе асадкам вулканічнага пылу, які заносіцца паветранымі плынямі на прасторы акіяна. Другія думаюць, што гэта касмічны пыл, які знаходзяць таксама і на паверхні палярных снегавых палёў.

Грунты дна акіяна, глыбокаводныя марскія плыні, шчыльнасць, тэмпература і салёнасць марскіх глыбінь, нарэшце агульная цыркуляцыя водаў Сусветнага акіяна — абшырная вобласць задач, вырашэннем якіх занята сучасная навука аб акіяне.

Акіян і Месяц

Марскія плыні перасталі быць загадкай, калі вучоныя заўважылі супадзенне іх напрамкаў з пануючымі вятрамі.

Сувязь паміж ветрам і плынню вады лёгка сабе ўявіць: нават падзьмуўшы на ваду ў талерцы, можна выклікаць плынь у яе паверхневым слоі.

Але як зразумець уплыў Месяца на падняцце хвалі прыліву?

Гэты ўплыў быў заўважаны з даўніх часоў. Аб ім упамянута, напрыклад, у ісландскай саге «Рымбегла», у якой ёсць такія радкі: «Бэда, высокашаноўны, гаворыць, што прылівы ідуць за Месяцам, што яны спадаюць у выніку яго дыхання на іх, але што яны растуць у выніку яго руху».

Старажытны рымскі вучоны Страбон з большай яснасцю пісаў аб гэтым:

«Рух акіяна адбываецца ў такой правільнай паслядоўнасці, падобна да нябесных цел, што тут відаць сутачны, месячны і гадавы рух, абумоўлены рухам Месяца».

Сапраўды, чым вышэй над гарызонтам Месяц, тым больш падымаецца прыліў. Як толькі Месяц пачне схіляцца к захаду, спадае і прыліў.

Месяц, быццам магніт, прыцягвае да сябе ваду акіянаў.

Так і тлумачыў гэтую з'яву астраном канца Сярэдневякоўя Кеплер. Але ён мог зрабіць сваё меркаванне навуковай тэорыяй.

Прыцяжэнне Месяцам водаў акіяна, не пацверджанае вылічэннямі, заставалася незразумелым.

Ідэя Кеплера здавалася яго сучасніку, вядомаму італьянскаму вучонаму Галілею, нават зваротам да ўлюбёных старажытнымі філосафамі «тайных» уласцівасцей цел прыроды.

Да таго-ж і прыцяжэнне Месяцам марской вады не зусім тлумачыла з'яву прыліву, таму што прыліўная хваля падымаецца і пасля заходу Месяца, калі ён робіць свой шлях далёка пад нашымі нагамі, па другі бок Зямлі.

Што-ж прымушае ваду падымацца ў гэты час?

Імкнучыся растлумачыць прыліў адкрытай ім інерцыяй цел, Галілей лічыў прыліў калыханнем водаў акіяна на верцячайся Зямлі.

Нельга не здзівіцца гэтай памылцы Галілея.

Іменна-ж ён даказаў, што ўсе целы, якія знаходзяцца на Зямлі, удзельнічаюць у яе рухах. Таму мы і не заўважаем вярчэння Зямлі. І раптам ён-жа дапускае, што акіян «калышацца», быццам вада ў місцы, якая рухаецца то ў адзін, то ў другі бок па стале!

Толькі пасля адкрыцця закона сусветнага цягацення ўдалося зразумець з'яву прыліву.

Вось як тлумачылі прыліў астраномы.

Хоць звычайна гавораць, што Месяц абарачаецца вакол Зямлі, але гэта не зусім дакладна: Зямля і Месяц, як вальсіруючыя танцоры, кружацца каля іх агульнага цэнтра цяжару.

Зямля ў восемдзесят два разы цяжэй Месяца. Зразумела, што агульны цэнтр цяжару ляжыць блізка да яе цэнтра.

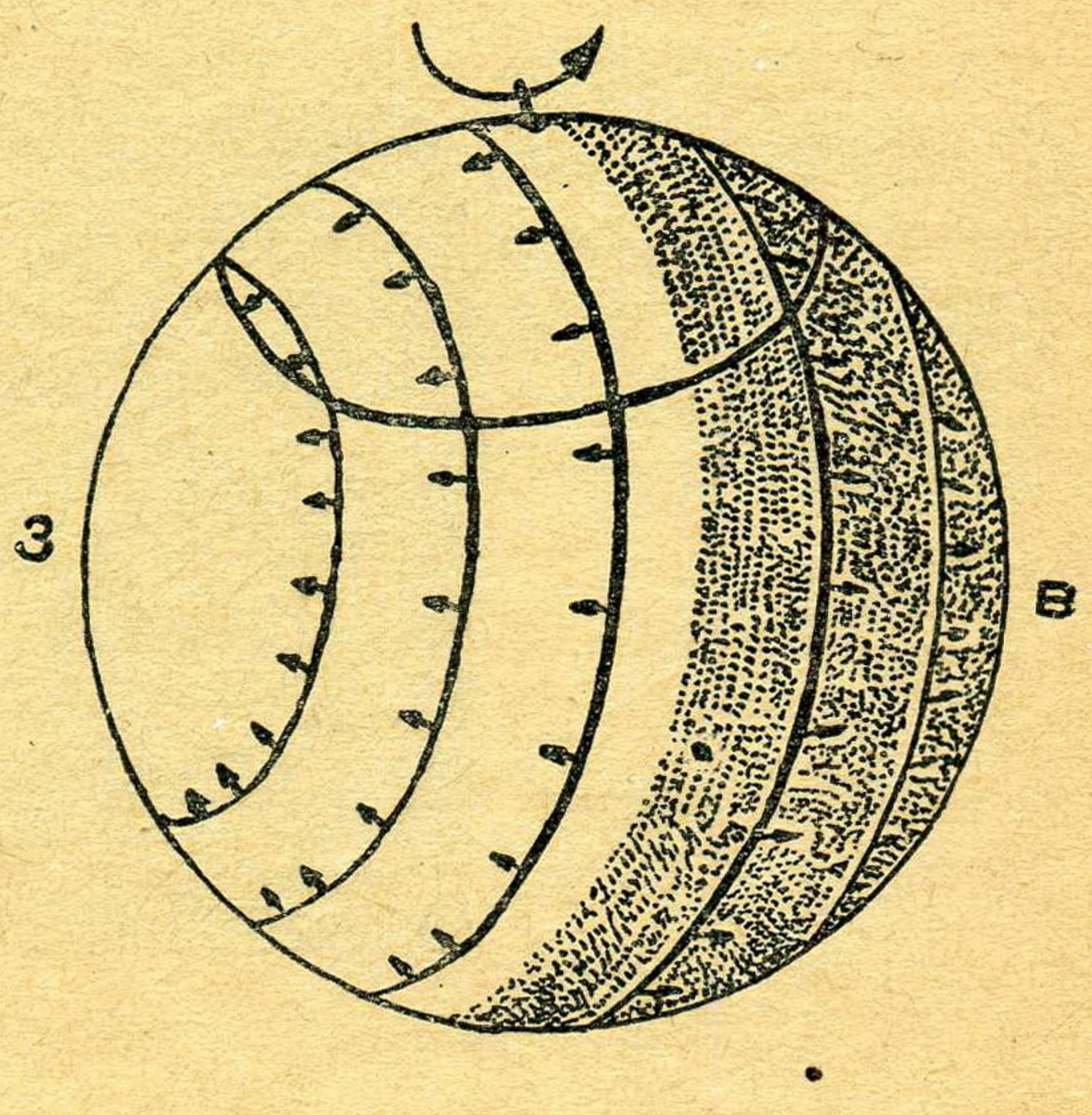


Схема руху частачак вады пад уплывам прыліваўтвараючых сіл.

Але ўсё-ж Зямля на працягу месяца абарачаецца вакол пункта, які знаходзіцца на адлегласці каля 4700 кіламетраў ад яе цэнтра.

Таму кожная яе частачка знаходзіцца пад уплывам цэнтрабежнай сілы, накіраванай у процілеглы бок ад Месяца. У той-жа час і Месяц прыцягвае да сябе частачкі Зямлі.

Значыць, кожная частачка Зямлі знаходзіцца пад дзеяннем двух процілеглых сіл: прыцяжэння Месяцам і цэнтрабежнай сілы.

На баку Зямлі, звернутым да Месяца, цэнтрабежная сіла ўступае прыцяжэнню Месяца. Таму частачкі вады, якія свабодна рухаюцца, крыху падымаюцца да Месяца.

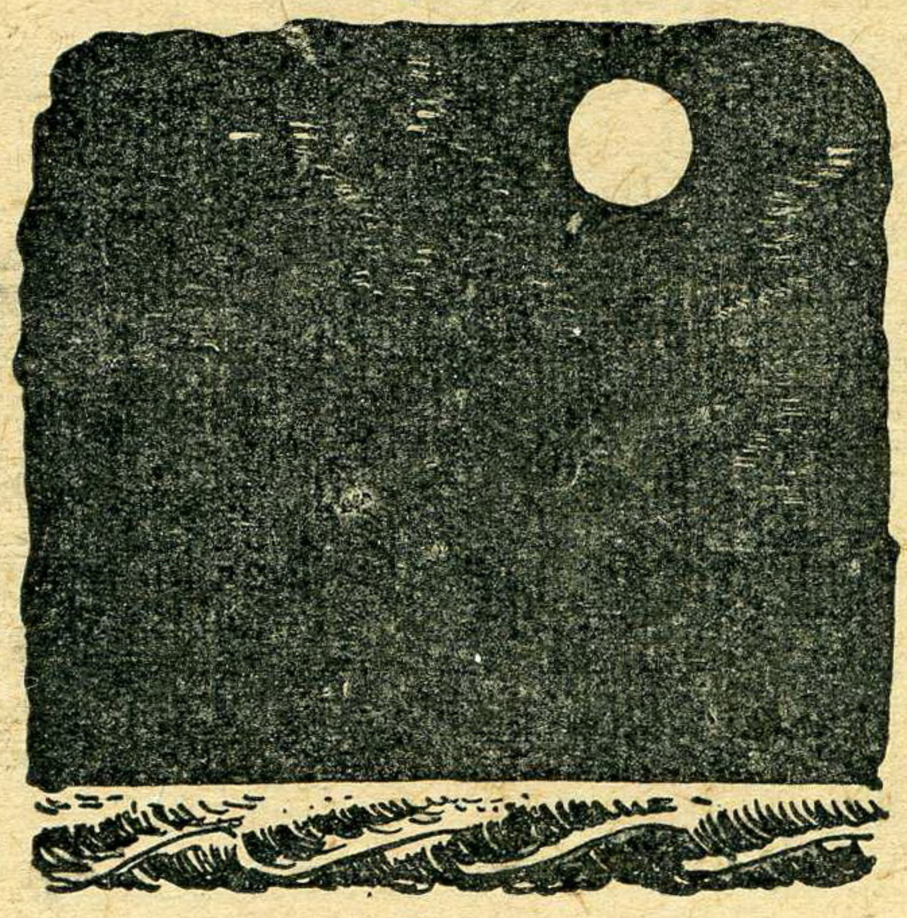
На процілеглым баку Зямлі яе частачкі далей ад Ме-

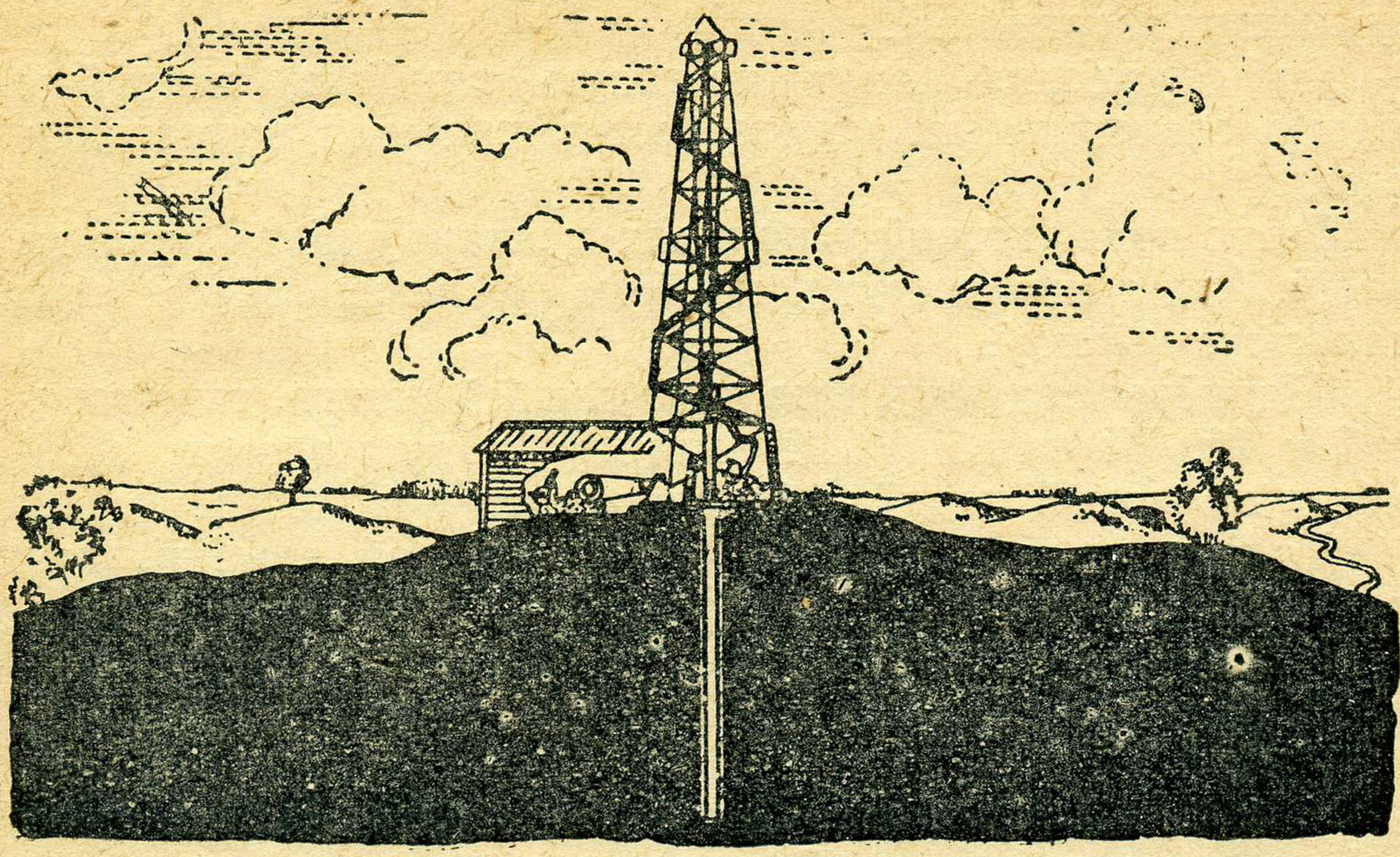
сяца. Таму цэнтрабежныя сілы перавышаюць прыцяжэнне Месяца і аддаляюць частачкі вады ад зямной паверхні.

Вось чаму прама пад Месяцам і на процілеглым баку Зямлі падымаюцца бугры прыліву.

Але Месяц не стаіць нерухома ў адным пункце неба. У выніку вярчэння Зямлі ён утварае бачны сутачны рух па небу.

Следам за Месяцам рухаюцца і бугры прыліву.





Раздзел 3

НЕДАСТУПНЫЯ НЕТРЫ ЗЯМЛІ

Падарожжа да цэнтра Зямлі

Людзі прывыклі да ўтульнасці зямной паверхні.

У гарачы летні дзень яны знаходзяць халадок у ценю зялёных гаёў. Гаманлівая студзёная крыніца, якая выцякае з-пад глебы, праганяе іх смагу. Большая частка зямной паверхні пакрыта халаднаватымі водамі мораў.

Цяжка нават уявіць сабе, што пад нашымі нагамі, на глыбіні 30—40 кіламетраў, усё так варожа жыццю, як і ўнутры металургічнай печы.

Нязбыўная фантазія—падарожжа ў глыбіні Зямлі!

Немагчыма спусціцца ў глыб Зямлі па каналу патухшага вулкана, як аб гэтым расказаў Жуль Верн ў сваім рамане «Падарожжа да цэнтра Зямлі».

Ужо на нязначнай глыбіні гэты канал аказаўся-б наглуха закупораным застыўшай лавай і каменнямі.

Але калі-б ён і быў свабодны, дык хутка падарожніка спыніла-б гарачыня, якая ўвесь час павялічваецца.

На глыбіні 2,5 кіламетра было-б гарачэй, чым сярод напаленай сонцам пясчанай пустыні. Хутка стала-б так

горача, што ўзятыя ў дарогу сырыя яйкі спякліся-б у сумках падарожнікаў.

Каб спусціцца нават на такую глыбіню, патрэбны былі-б спецыяльныя, штучна ахаладжаемыя вадалазныя касцюмы.

Такіх падарожжаў у каналах вулканаў ніхто яшчэ не рабіў. Але людзі праніклі глыбока ў нетры Зямлі пры дапамозе шахтаў.

Шахцёры ведаюць, што чым глыбей шахта, тым гарачэй у ёй. На глыбіні 1000 метраў ім прыходзіцца аблівацца халоднай вадой — інакш нельга працаваць.

Калі-ж шахта дасягне ўдвая большай глыбіні, дык далейшае паглыбленне, як правіла, спыняюць.

І гэта не залежыць зусім ад мясцовасці: і ў трапічных і ў палярных краінах у глыбокіх шахтах аднолькава горача.

Лёгка пераканацца, што цяпло ў шахтах зыходзіць ад тоўшчы горных парод. Для гэтага дастаткова прасвідраваць у сцяне падземнай галерэі глыбокі шпур і ўвесьці ў яго тэрмометр.

Зрабіўшы гэты дослед, мы ўбачым, што нагрэты самыя горныя пароды зямной тоўшчы і ад іх так горача ў шахце.

Вымяраючы тэмпературу горных парод на рознай глыбіні, можна вызначыць, з якой хуткасцю яна падымаецца.

Яшчэ лепш назіраць гэта ў буравых шчылінах, якія дасягаюць значна большых глыбінь.

У наш час нафтавыя шчыліны свідруюць часам на глыбіню да 5 кіламетраў!

У адных выпадках даўбуць зямную кару велізарным долатам, якое апускаюць ў шчыліну на штангах, што звінчваюцца, або на стальным канаце.

Гэты спосаб бурэння падобны да таго, як у цаглянай сцяне прабіваюць глыбокую адтуліну: левай рукой рабочы трымае стальны бур, а правай б'е па ім малатком.

Толькі пры бурэнні глыбокіх шчылін зямную кару даўбе велізарнае, цяжкое долата шырынёю ў некалькі дзесяткаў сантыметраў.

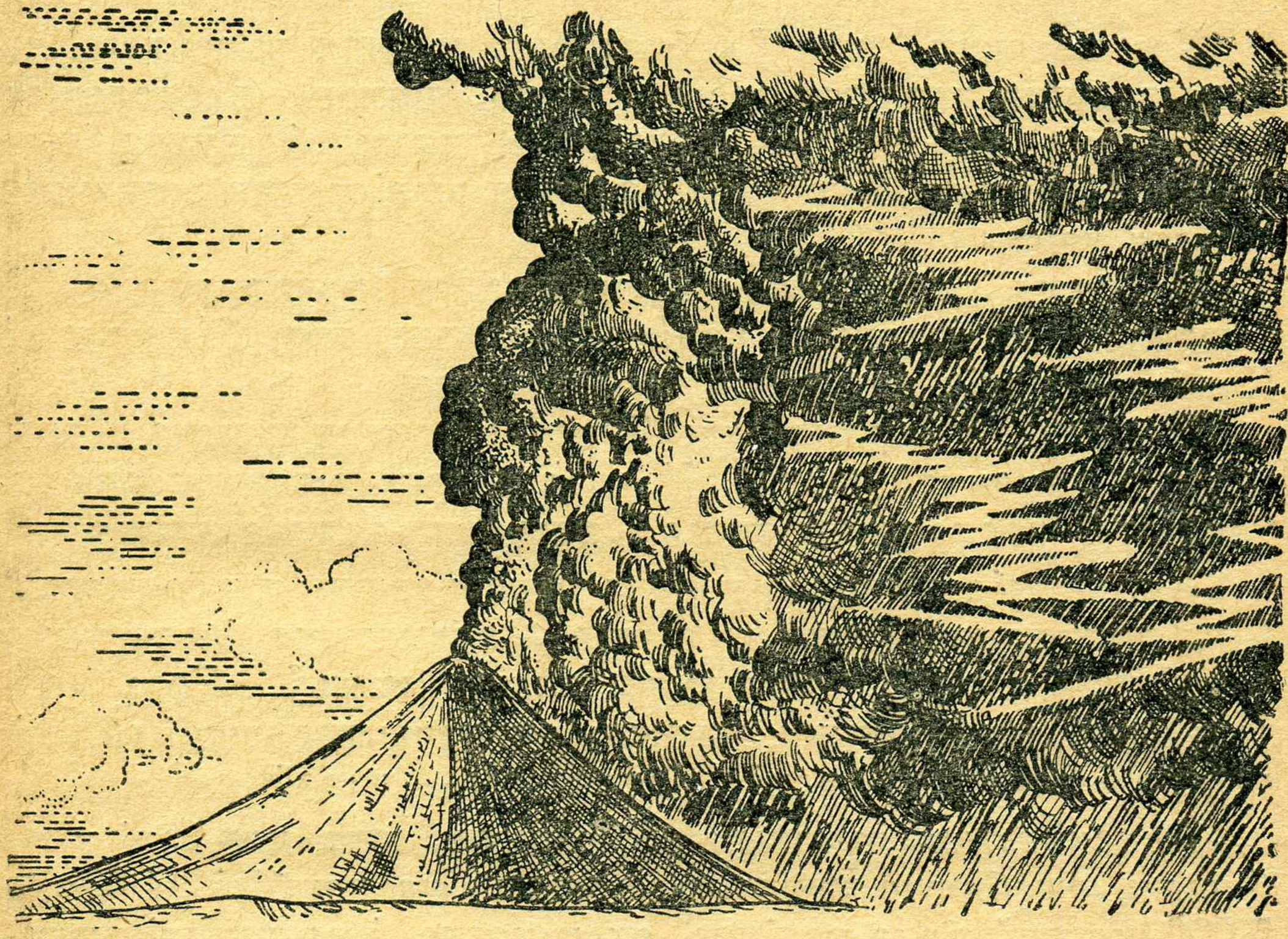
Часцей-жа прасвідроўваюць каменныя слаі, верцячы калону стальных труб. На ніжнім канцы калоны насаджана стальная кольцападобная каронка, у цела якой урэзаны алмазы.

Алмаз — самае цвёрдае з вяшчэстваў. Па цвёрдасці ён у тысячы разоў перавышае ўсе іншыя целы прыроды.

Перад ім не ўстаіць наймацнейшая горная парода, якую не ўдаецца прадаўбці ніякім стальным долатам.

Каронка, якую верцяць, праразае ў зямных слаях кольцападобную шчыліну, у якую паступова і апускаецца бур. А ўнутры трубы паступова вырастае слупок праразаемых горных парод — керн.

Гэты спосаб мае, аднак, адзін вялікі недахоп: трэба прыводзіць у рух усю цяжкую калону труб даўжынёй у



Вывяржэнне Ключэўскага вулкана (1 студзеня 1945 года).

сотні і тысячы метраў толькі для таго, каб вярцець каронку буравога снарада на дне шчыліны.

Затрачвалася дарэмна шмат энергіі. Часам скручваліся і ламаліся трубы. Колькі часу і сіл патрэбна было, каб падняць іх на паверхню і замяніць новымі!

Інжынеры і вынаходцы ўсіх краін беспаспяхова шукалі спосаб, як унікнуць гэтай нязручнасці.

І вось у 20-х гадах нашага века, тады яшчэ малады інжынер, а цяпер член-карэспандэнт Акадэміі навук СССР М. А. Капелюшнікаў вынайшаў свой славуты турбабур.

Ідэя гэтага інструмента простая: рухавік, які верціць каронку інструмента, перанесен на дно шчыліны. Ён уяўляе сабой невялікую вадзяную турбінку, якая прыводзіцца ў рух слупам вады ў трубе, што спускаецца на дно шчыліны.

Пранікаючы ў нетры Зямлі пры дапамозе глыбокага бурэння, людзі пераканаліся, што ў сярэднім праз кожныя 30—33 метры тэмпература падымаецца на адзін градус.

Здаўна вядомы і іншыя адзнакі распаленага стану Зямлі ўнутры.

Усе ведаюць, што ў некаторых месцах з яе глыбінь вырываюцца гарачыя газы і пара, ляцяць распаленыя дачырвана каменні, вывяргаюцца пясок і вулканічны попел. Нарэшце, з кратэра вулкана выліваецца вогненна-вадкая лава.

Цвёрдыя прадукты вывяржэння накапляюцца ў выглядзе велізарных конусападобных гор. Эльбрус і Казбек — такія патухшыя ўжо вулканы.

Значыць, у зямных глыбінях не менш горача, чым унутры доменнай печы. У адваротным выпадку адкуль узяліся-б распаленыя горы і вогненна-вадкая лава?

Але другія вучоныя горача аспрэчваюць гэтую думку. Яны дапускаюць, што вулканы — аддушыны ізаляваных у тоўшчы зямной кары вулканічных ачагоў. Толькі гэтыя ачагі, на іх думку, жывяць вулканы гарачымі газамі, параю і вогненна-вадкім расплавам — лавай.

Аднак гэтыя вучоныя забываюць, што дзе-б ні прабурыць глыбокую шчыліну, усюды на глыбіні 4.000—5.000 метраў вада закіпае, як у катле, і са шчыліны падымаюцца клубы гарачай пары.

Многія геолагі таму нязгодны з іх меркаваннем. Яны сцвярджаюць, што пад халоднай зямной карой усюды залягаюць распаленыя вяшчэствы.

Да якой-жа тэмпературы можа быць нагрэта Зямля ўнутры?

Калі праз кожныя 30—33 метры тэмпература падымаецца на адзін градус, дык на глыбіні 1.000 кілометраў вешчаство Зямлі павінна быць нагрэта да 30.000 градусаў!

Аднак гэта немагчыма

Пры такой тэмпературы ўсе вяшчэствы ператварылі-

ся-б у распаленую пару. Зямля стала-б падобнай да гіганцкага паравога катла.

Зямная кара не магла-б вытрымаць ціску пары. І Зямля ўзарвалася-б, як бомба, начыненая выбуховым вешчаством.

Калі-б Зямля была нагрэта ўнутры толькі да 8.000 градусаў, дык і ў гэтым выпадку яе кара не вытрымала-б ціску знутры.

Можна думаць, што большая частка вешчаства Зямлі нагрэта не больш чым да 2.000 градусаў. Толькі ў цэнтры яе тэмпература, магчыма, падымаецца да 3.000—4.000 градусаў.

Але-ж і пры такой тэмпературы ўсе вяшчэствы расплаўляюцца.

Дык ці не расплаўлена ўся Зямля ўнутры?

Вось пытанне, паўстаўшае перад вучонымі.

«Прыліў» у зямной кары

Яшчэ ў канцы мінулага века геолагі былі ўпэўнены, што ўся Зямля ўнутры расплаўлена.

Як лёгка ў гэтым выпадку растлумачваць вулканічныя вывяржэнні!

Вулканы — гэта клапаны, перасцерагаючыя цвёрдую кару зямнога шара ад залішняга накаплення пад ёй гарачых газаў і пары.

Так спачатку вырашылі геолагі.

Але ці можа, аднак, уцалець каменная кара таўшчынёй у 100 кіламетраў на расплаўленым зямным шары?

Аб гэтым яны не задумваліся.

Але астраномы і фізікі таксама цікавіліся Зямлёй. Яны інакш вырашылі пытанне аб унутраным яе стане.

Гэтыя вучоныя памятаюць, што Зямля не адзінокая ў прасторы. Яны заўсёды маюць на ўвазе ўзаемнае прыцяжэнне касмічных цел.

«Калі-б Зямля была вадкай, яна ўвесь час мяняла-б форму пад уплывам прыцяжэння Месяца», заявілі астраномы, і ў доказ гэтага яны напомнілі аб прыліве, які падымаецца Месяцам у акіяне.

Вось што адбывалася-б, калі-б уся Зямля была вадкай.

«Прыліў» захоплівaў-бы ўсю расплаўленую масу Зямлі, а не толькі ваду акіяна, і цвёрдая каменная кара таўшчынёй у 100 кіламетраў не перашкодзіла-б гэтаму:

яна выгіналася-б таксама лёгка, як тонкая гумавая абалонка.

Уся зямная кара падымалася-б бугром пад Месяцам, рухаючыся следам за ім. Зямля няспынна мяняла-б форму, выцягваючыся, быццам мыльны пузыр.

Але назіральнікі на паверхні Зямлі не заўважылі-б гэтага, таму што дно акіяна і яго берагі падымаліся-б разам з вадой, значыць не было-б прыкметна ніякага прыліву марскіх водаў.

У сапраўднасці-ж падымаецца толькі вада. Дно акіяна і берагі застаюцца на месцы. Таму мы заўважаем марскі прыліў.

Значыць, Зямля не расплаўленае, а цвёрдае цела.

Так гавораць астраномы і фізікі.

Але вучоныя не абмяжоўваюцца толькі гэтым. Яны вылічылі нават, наколькі вялікае супраціўленне Зямлі прыліваўтвараючым сілам.

Яны заявілі, што абсалютна цвёрдых цел няма ў прыродзе: калі-б зямны шар быў нават стальным, ён усё-ж крыху мяняў-бы форму пад уплывам прыцяжэння Месяца.

Узнікла новая задача: вымераць супраціўленне Зямлі прыліваўтвараючым сілам, або яе «цвёрдасць».

Гэта магчыма зрабіць, назіраючы, ці не ўплывае месцазнаходжанне Месяца на адвес.

Яшчэ М. В. Ламаносаў указваў, што становішча адвеса на зямной паверхні можа мяняцца пад дзеяннем касмічных сіл.

Гэта і скарысталі вучоныя.

Грузік адвеса ў сваіх рухах амаль такі-ж свабодны, як і частачкі вады.

Прыліваўтвараючыя сілы рухаюць частачкі вады да бугроў прыліву пад Месяцам. Яны павінны адхіляць у тым-жа напрамку і грузік адвеса.

Калі-б Зямля была ўнутры вадкай, яна выцягвалася-б у напрамку да Месяца. Прама пад Месяцам заўсёды быў-бы бугор прыліву ў зямной кары. І адвес усюды заставаўся-б перпендыкулярным да паверхні Зямлі.

Зусім інакш было-б на зусім цвёрдай Зямлі.

Абсалютна цвёрды зямны шар зусім не змяняў-бы формы. А свабодны адвес, вядома, пад уплывам прыцяжэння Месяца мяняў-бы становішча.

У гэтым выпадку, як вылічылі вучоныя, адвес даўжынёю ў 120 кілометраў адхіліўся-б на адзін сантыметр.

Вось наколькі нязначнае гэтае адхіленне нават на абсалютна цвёрдай Зямлі!

Калі-ж фігура зямлі хоць крыху змяняецца пад уплывам прыцяжэння Месяца, дык адхіленне адвеса будзе яшчэ меншым.

Але ўсё-ж яго можна вымераць!

Праўда, вучоныя не могуць пабудаваць адвес даўжынёю ў 120 кілометраў. Калі-ж узяць яго даўжынёю нават у 10 метраў, дык адхіленне будзе меншым $^1/_{1000}$ мілі-метра.

Аднак ёсць другія, больш адчувальныя прыборы. Адзін з іх — гарызантальны маятнік (аб гэтым прыборы мы раскажам далей).

Такім прыборам і вымераў уплыў Месяца на форму цвёрдай Зямлі наш астраном А. Я. Орлоў.

Выявілася, што пад уплывам прыліваўтвараючых сіл і цвёрдае цела Зямлі крыху мяняе форму. Але гэтае змяненне невялікае: Зямля ў цэлым супраціўляецца змяненню формы, як вельмі цвёрдае і пругкае цела.

Ад чаго-ж залежаць гэтыя ўласцівасці Зямлі? Ці тлумачацца яны той-жа прычынай, як цвёрдасць і пругкасць більярднага шара? Ці можна параўнаць з гэтым целам Зямлю?

Усе ведаюць, якія пругкія більярдныя шары. Сутыкнуўшыся, яны ўмомант адскокваюць адзін ад другога.

Адбываецца гэта вось чаму. У момант сутыкнення шары крыху сціскаюцца. Але сілы, дзеючыя паміж іх частачкамі, зараз-жа аднаўляюць іх ранейшую форму. Шары атрымліваюць штуршок у адваротным напрамку.

Гэтыя сілы паміж частачкамі можна параўнаць са спіральнымі спружынкамі: пры аддаленні частачак адной ад другой спружынкі расцягваюцца і ўтрымліваюць іх; пры збліжэнні частачак яны сціскаюцца і таксама супраціўляюцца, імкнучыся аддаліць частачкі адну ад другой.

Вось прычына пругкасці більярдных шароў.

Але «цвёрдасць» і «пругкасць» такіх велізарных цел, як Зямля, залежаць ад іншых прычын, чым у більярдных шароў.

Знайшоўся і яшчэ адзін доказ цвёрдасці Зямлі.

Гэтым навука абавязана галоўным чынам рускаму акадэміку Б. Б. Галіцыну.

Пасля заканчэння Марскога корпуса перад маладым Б. Б. Галіцыным адкрывалася бліскучая кар'ера марскога афіцэра. Ён мог-бы рабіць кругасветныя падарожжы, камандаваць ваенным судном...

Але Б. Б. Галіцын аддаў перавагу перад усім навуцы. Ён захапляўся тайнамі будовы вешчаства. Яго вабіла загадка стану глыбінь Зямлі больш, чым вывучэнне далёкіх краін.

Глыбіні Зямлі, аддаленыя ад яе паверхні ўсяго на 1000 — 2000 кілометраў, былі менш вядомы, чым далёкія зоркі.

Як ні аддалены зоркі, але ад іх — хоць-бы і праз тысячагоддзі — прыходзяць светлавыя ваганні.

Спектр светлавых ваганняў, пасылаемых зоркамі, аказаўся зашыфраванай тэлеграмай з гэтых далёкіх светаў.

Вучоныя змаглі разабраць гэты загадкавы шыфр прыроды.

Яны даведаліся аб саставе зорных атмасфер. Вызначылі тэмпературу зорак.

З глыбінь-жа Зямлі, здавалася, не было ніякіх вестак.

Аднак праз цела Зямлі пашыраюцца ваганні землетрасенняў. Яны маглі-б расказаць нам аб уласцівасцях вешчаства ўнутры Зямлі падобна да таго, як светлавыя ваганні паведамляюць аб уласцівасцях зорак.

Трэба толькі змагчы ўлавіць хвалі ваганняў, прайшоўшыя праз цела Зямлі, і вывучыць іх.

Гэтым і заняўся Б. Б. Галіцын.

Моцнае землетрасенне суправаджаецца значнымі ваганнямі глебы. Часам зямная паверхня ўздымаецца хвалямі, як бушуючае мора. Трасенні глебы разбураюць каменныя будынкі. Здараецца, што вертыкальны ўдар падкідае высока ў паветра вялікія каменні, жывёл і людзей.

Зразумела, што такія ваганні ў целе Зямлі могуць пашырацца на вялікія адлегласці.

Аб гэтым даўно думалі вучоныя.

Але хвалі, прайшоўшыя праз цела Зямлі, выходзяць вельмі аслабленымі. Найвялікшыя трасенні зямной кары,

калі яна раскалваецца трэшчынамі ў некалькі метраў шырынёй, дасягаюць вельмі аддаленых месц у выглядзе нязначных, неадчувальных ваганняў глебы.

Як-жа заўважыць і даследаваць ваганні глебы, якія вымяраюцца сотымі долямі міліметра?

Кітайцы яшчэ ў глыбокай старажытнасці займаліся вывучэннем землетрасенняў. Яны на тысячагоддзі раней еўрапейцаў адкрылі порах, вынайшлі компас, а таксама пабудавалі і прыбор для назірання землетрасенняў.

Гэты прыбор меў выгляд сферы (полага шара), унутры якой вісеў маятнік. У час землетрасення маятнік прыбора адхіляўся то ў адзін бок, то ў другі. Пры гэтым ён выштурхоўваў праз адтуліны ў сценцы сферы медныя шарыкі.

Гэтыя шарыкі выкатваліся з раскрытых драконавых пашчаў, якія знаходзіліся на знадворнай паверхні сферы. А падалі яны ў разяўленыя раты бронзавых лягушак, якія сядзелі навокал прыбора.

Што-ж паказваў гэты цікавы прыбор?

Пры штуршку землетрасення маятнік па інерцыі заставаўся ў спакоі, а заключаўшая яго сфера разам з глебай вагалася.

Назіральніку-ж, вядома, здавалася, што маятнік хістаецца і выштурхоўвае шарыкі.

Бачныя хістанні маятніка ўказвалі на напрамак ваганняў глебы: калі маятнік нахіліўся ўправа, значыць глеба зрушылася ўлева, і наадварот.

Але гэты прыбор адзначаў толькі такія землетрасенні, якія былі адчувальныя. Нязначных рухаў глебы ад далёкіх землетрасенняў ён не рэгістраваў.

Сучасны-ж сейсмограф вельмі адчувальны. Ён рэагуе на самыя нязначныя перамяшчэнні глебы, у некалькі сотых долей міліметра. Галоўная частка яго — не звычайны, а так званы гарызантальны маятнік.

Гарызантальны маятнік падобны да аднастворкавых дзвярэй на крыху нахільным вушаку, якія могуць паварочвацца ў абодва бакі.

Калі злёгку адхіліць, а затым адпусціць такія дзверы, дык яны, пахістаўшыся, звернуцца ў ранейшае становішча.

Такая будова і гарызантальнага маятніка.

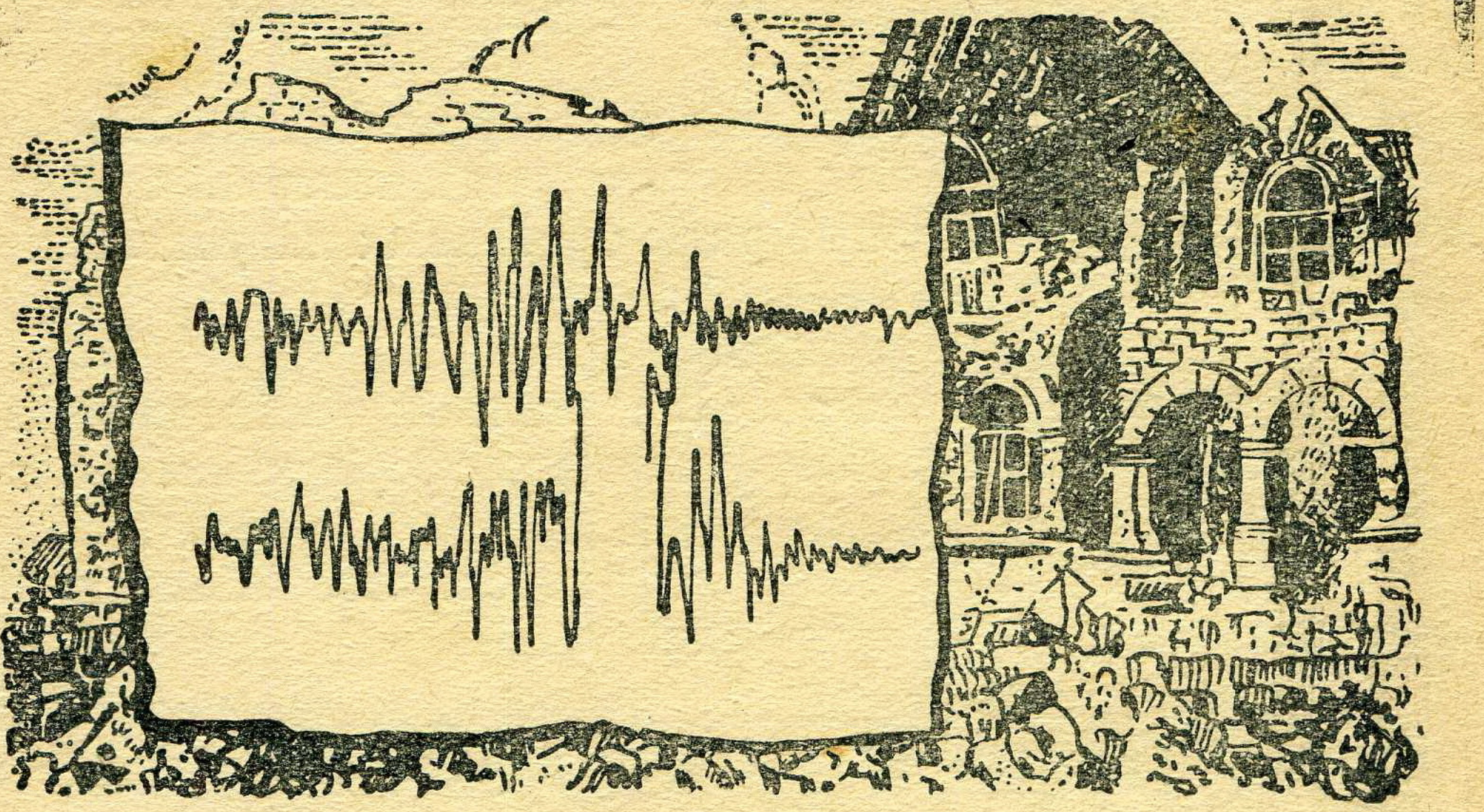
Гэта лёгкі металічны роўнабедраны трохвугольнік з

грузікам на вяршыні. Ён можа вярцецца навокал амаль вертыкальнай восі, якая супадае з яго асновай.

Пры ваганні глебы маятнік па інерцыі застаецца ў спакоі. Назіральніку-ж здаецца, быццам ён хістаецца, а глеба нерухомая.

Калі глеба пахіснецца ўправа, нам будзе здавацца, што маятнік адхіліўся ўлева. Глеба пахіснецца пасля гэтага ўлева, а маятнік адхіліцца ўправа.

Забяспечыўшы маятнік пяром, якое дакранаецца да рухаючайся папяровай стужкі, атрымаем прыбор, які рэгіструе ваганні глебы.



Сейсмаграма крымскага землетрасення (1927 год).

Сейсмограф — гэта нядрэмны механічны тэлеграфіст. Ён аўтаматычна запісвае тэлеграмы, якія прыходзяць з месц далёкіх землетрасенняў.

Пакуль глеба спакойная, яго пяро прачэрчвае прамую лінію на рухаючайся тэлеграфнай стужцы. Але вось дахо-дзіць штуршок далёкага землетрасення. Ён вельмі слабы. Глеба зусім непрыкметна вагаецца.

Пяро прыбора робіць зігзагі. Аднак адхіленні яго нязначныя. Каб іх павялічыць, маятнік звязваюць з люстэркам. Кожнае хістанне маятніка адхіляе люстэрка на невялікі вугал.

Люстэрка адкідае ад электрычнай лямпы «зайчык», які падае на фатаграфічную плёнку, што рухаецца.

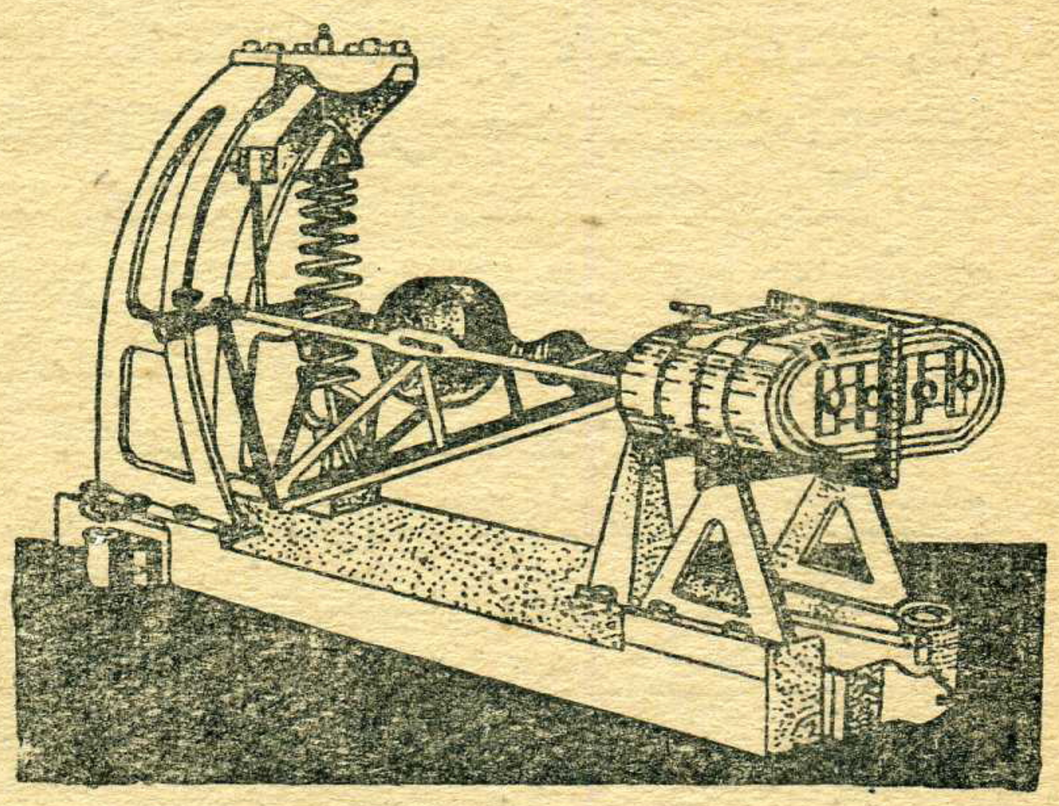
Зусім нязначнае адхіленне маятніка дае вельмі прыкметны рух «зайчыка», які запісвае на святлоадчувальнай стужцы ў вельмі павялічаным выглядзе рухі глебы.

Ваганні глебы ўверх і ўніз вывучаюць пры дапамозе іншых прыбораў.

Невялікі груз, які вісіць на спіральнай спружынцы, можа дазволіць назіраць гэтыя рухі.

Калі глеба будзе вагацца ўверх, груз па інерцыі застанецца на месцы. Нам будзе здавацца, аднак, што ён, расцягнуўшы спружынку, апусціўся ўніз. Пры адваротным ваганні глебы ён як быццам-бы падымаецца ўверх.

Прымацаваўшы да грузіка пяро, можна атрымаць на стужцы, якая рухаецца, запіс ваганняў глебы ўверх і ўніз.



Вертыкальны сейсмограф сістэмы Б. Б. Галіцына.

Лепшыя сейсмографы былі пабудаваны Б. Б. Галіцыным. Іх устанаўлівалі і на рускіх і на замежных станцыях. Пры іх дапамозе і была разгадана будова Зямлі.

Даследуючы запісы сейсмографаў, вучоныя пераканаліся, што ў целе Зямлі пашыраюцца хвалі двух родаў. Адны з гэтых хваль — гукавыя, хоць і недаступныя слыху чалавека.

Яны ўзнікаюць ад руху частачак, які пашыраецца таксама, як перадаецца штуршок паравоза ад аднаго вагона да другога. Іх называюць прадоўжнымі.

Гэтыя ваганні могуць пашырацца ў цвёрдых, вадкіх і газападобных целах. Усім вядома, што можна чуць вельмі далёкі тупат каня, прыклаўшы вуха да зямлі. Рыба палохаецца гуку голасу людзей, якія стаяць на беразе.

Гукавыя хвалі, якія пашыраюцца ад цэнтра землетрасення, прайшлі-б як праз цвёрдую, так і праз вадкую Зямлю

Значыць, па іх мы не можам даведацца, расплаўлена Зямля ўнутры або яна з'яўляецца скрозь цвёрдым целам.

Але ў цэнтрах землетрасенняў узнікаюць і іншыя хвалі, якія могуць пашырацца толькі ў цвёрдых целах. Іх называюць папярочнымі.

Такога роду ваганні ўтвараюць, напрыклад, частачкі дрыжачага камертона або струны. Гэтыя папярочныя ваганні частачак і ўзбуджаюць у паветры прадоўжныя ваганні гуку.

І вось аказваецца, што сейсмографы адзначаюць таксама і гэтыя ваганні, прайшоўшыя праз вялікія глыбіні, але не глыбей 2900 кілометраў (яшчэ не даказана, што яны праходзяць праз цэнтральнае ядро Зямлі).

Значыць, Зямля — цвёрдае цела. У адваротным выпадку папярочныя ваганні не маглі-б прайсці праз цела зямнога шара.

Хвалі землетрасенняў, якія праходзяць праз цела Зямлі, адыгралі ў вывучэнні яе глыбінь тую-ж ролю, як праменні святла — у даследаванні зорак.

Вядома, што пругкія ваганні пашыраюцца тым хутчэй, чым большая пругкасць цела. З павелічэннем-жа шчыльнасці хуткасць іх памяншаецца.

Даследуючы змяненне хуткасці іх у залежнасці ад глыбіні, можна даведацца, як мяняецца адносіна пругкасці да шчыльнасці вешчаства Зямлі.

Аказалася, што ў глыбінях Зямлі ваганні пашыраюцца ўдвая хутчэй, чым у сталі.

Такой вялікай з'яўляецца пругкасць вешчаства ўнутры Зямлі!

Зямля — скрозь цвёрдае цела. Нават тонкага слою расплаўленага вешчаства няма пад зямной карой: такі слой затрымаў-бы пашырэнне папярочных ваганняў.

Ваганні мацерыкоў

Хіба могуць падымацца або апускацца часткі паверхні цвёрдай Зямлі?

Нам не прыходзіць нават думка аб магчымасці руху мацерыкоў. А між тым ён ужо даўно заўважаны назіральнікамі.

Больш двухсот гадоў таму назад вучоныя, якія наведвалі фіёрды Нарвегіі, былі здзіўлены, убачыўшы ўпершыню ў скалах берагоў высока над узроўнем мора старадаўнія прычальныя кольцы.

Зусім відавочна, што гэтыя кольцы былі забіты ў трэшчыны скал ля самай вады.

Чаму-ж яны цяпер так высока, што да іх нельга прывязаць ніякае судно?

Колькі спатрэбілася дасціпных меркаванняў, каб растлумачыць паніжэнне ўзроўню акіяна на працягу апошніх вякоў!

Між тым разгадка была простая: не ўзровень мора панізіўся, а падняўся бераг Скандынаўскага поўвострава.

Але падняцце сухазем'я здавалася такім неверагодным, што заходнееўрапейскія вучоныя доўга не хацелі паверыць у яго магчымасць.

Толькі назіранні рускіх геолагаў на поўднёвым беразе Балтыйскага мора прымусілі ўсіх вучоных прызнаць ваганні сухазем'я.

Аказалася, што ўзровень Балтыйскага мора ля поўднёвых яго берагоў не панізіўся, а наадварот, прыкметна павышаецца.

Гэта бясспрэчна: уздоўж поўднёвай часткі Балтыйскага ўзбярэжжа былі знойдзены рэшткі параўнальна нядаўна затопленых морам лясоў; пні загінуўшых дрэў яшчэ не паспелі нават згнісці і тырчаць над паверхняй мора, заліўшага сухазем'е.

Відавочна, што ў гэтай частцы Прыбалтыкі ўзровень мора павышаўся і яно наступала на сухазем'е.

Але-ж узровень акіяна і злучаных з ім мораў усюды аднолькавы. Не можа ён у адным месцы паніжацца, а ў другім павышацца!

Прышлося згадзіцца з «неверагодным» меркаваннем, быццам Скандынаўскі поўвостраў, нібы глыба лёду, павольна «ўсплывае» над узроўнем акіяна.

Тады вучоныя пачалі шукаць, ці не адбываецца штонебудзь падобнае і з іншымі мацерыкамі. І ім удалося адкрыць многа цікавых фактаў.

Адна з такіх заўважаных геолагамі з'яў — усім вядомае ваганне берага Неапалітанскага заліва ў поўднёвай частцы Італіі, аб якім нельга не ўпамянуць.

Там, паблізу паселішча Пацуолі, былі знойдзены ў мінулым веку руіны старажытнага рымскага храма. Сярод іх некалькі мармуравых калон, аднак, устаялі.

Храм, як даказалі археолагі і гісторыкі, пабудован каля 2000 гадоў таму назад. І вось аказваецца, што за такі кароткі тэрмін бераг паспеў ужо адзін раз апусціцца на 6 метраў ніжэй узроўню мора і зноў падняцца над ім.

Гэта бясспрэчны факт. Інакш адкуль-бы ўзяліся адтуліны ў калонах храма, прасвідраваныя малюскамікаменеточцамі на вышыні 6 метраў?

У наш час бераг у гэтым месцы апускаецца. Аснова калон зноў апушчана ў ваду.

Відавочна, што бераг знаходзіцца ў вагальным руху, то апускаючыся пад узровень мора, то зноў падымаючыся над ім.

Параўнальна нядаўна акадэмік А. Д. Архангельскі разам з іншымі нашымі геолагамі ўстанавіў, што адны часткі поўднёвага берага Крыма падымаюцца, а другія апускаюцца.

Паводле меркаванняў вучоных мінулага века, мацерыкі плаваюць, глыбока апусціўшыся сваёй асновай у магму.

Гэтае адкрыццё было зроблена імі ў час абследавання дна Чорнага мора і ўзбярэжжа Крыма пасля моцнага землетрасення 1927 года.

Экспедыцыя геолагаў плавала на тым-жа судне «Першае мая», на якім раней рабіў свае даследаванні і Ю. М. Шакальскі. Яна зрабіла многа вельмі каштоўных назіранняў.

Выявілася, што заходняе ўзбярэжжа Крыма апускаецца. Уздоўж яго пад узроўнем мора ляжыць затоплены бераг, за паласой якога марское дно раптам абрываецца на велізарную глыбіню.

Апусканне адбываецца досыць хутка. На заходнім узбярэжжы Крыма знойдзены затопленыя морам руіны горада, пабудаванага толькі каля 2000 гадоў таму назад. Усходні-ж бераг Крыма, наадварот, падымаецца. Там

старадаўнія берагавыя тэрасы прыўзняты высока над узроўнем мора.

Берагавыя тэрасы — плоскія, у выглядзе выступаў, пляцоўкі, якія ўтвараюцца дзеяннем марскіх хваль. Калі яны цяпер высока над узроўнем мора, значыць бераг падняўся.

Яшчэ больш здзіўляючым з'яўляецца апусканне заходняга берага Афрыкі.

Воды Атлантычнага акіяна ўсё далей насоўваюцца на мацярык. Даліна ракі Конго паступова становіцца марскім дном. Падводны працяг глыбокай калдобіны рэчышча Конго можна прасачыць на адлегласці больш 130 кіламетраў ад берага.

Падняцці і апусканні сухазем'я заўважаны не толькі па берагах акіянаў і мораў. Пры дапамозе дакладных вымярэнняў даказана, што ўнутры мацерыкоў яны адбываюцца часам яшчэ хутчэй.

У цяперашні час, напрыклад, апускаецца частка Баварскага плоскагор'я. Праз некалькі тысяч гадоў там утворыцца новы азёрны басейн.

Як-жа могуць то падымацца, то апускацца мацерыкі?

Каб растлумачыць гэты дзіўны факт, вучоныя мінулага века дапусцілі, што мацерыкі плаваюць, глыбока апусціўшыся сваёй асновай у магму.

Тады ўсе былі ўпэўнены, быццам Зямля ўнутры расплаўлена. Вогненна-вадкае вешчаство Зямлі, якое выліваецца ў выглядзе лавы на яе паверхню, і назвалі магмай.

Так сапраўды можна растлумачыць ваганні сухазем'я.

Калі мацярык нагружаецца больш, ён павінен глыбей апускацца ў магму. Пры разгрузцы-ж ён усплывае.

У геалагічным мінулым увесь Скандынаўскі поўвостраў быў пакрыты магутным ледавіком. Ледзяное покрыва было таўшчынёю не менш двух кіламетраў. Яно і ўціснула пакрытую ім глыбу мацерыка ў магму.

Потым лёд растаў. Мацерыковая глыба стала лягчэйшай і цяпер павольна ўсплывае.

Так тлумачылі ўсе вучоныя мінулага века падняцце Скандынаўскага поўвострава.

Але цяпер, калі мы ведаем, што Зямля не расплаўлена ўнутры, нельга так проста растлумачыць ваганні мацерыкоў.

Якая-ж Зямля ўнутры?

Здавалася, што вучоныя зайшлі ў тупік: паводле адных адзнак Зямля цвярдзей за сталь, паводле другіх — яна пластычная.

Гэтых фактаў адмаўляць нельга.

Аднак трэба растлумачыць прычыну такіх супярэчлівых яе ўласцівасцей.

Зямля-ж і ўнутры складаецца са знаёмых нам, а не якіх-небудзь асаблівых вяшчэстваў.

Чаму-ж яны маюць такія дзіўныя, незвычайныя ўласцівасці?

Вучоныя пачалі шукаць прычын гэтага.

Зразумелі, што ўнутры Зямлі вяшчэствы знаходзяцца пад велізарным ціскам ляжачых вышэй каменных тоўшчаў.

Нават на дне акіяна ціск вады такі вялікі, што не дазволіў-бы кулі вылецець з дула стрэліўшага ружжа.

А ў глыбінях Зямлі ён у тысячы разоў большы!

Дык, магчыма, ціск з'яўляецца прычынай дзіўных уласцівасцей вешчаства ўнутры Зямлі?

Пачалі рабіць доследы, каб даведацца, як дзейнічае вельмі вялікі ціск на целы прыроды.

Вядома, такія ціскі, якія павінны быць у глыбіні Зямлі, вучоныя яшчэ не могуць атрымаць у лабараторыях, але ўсё-ж ціск у некалькі дзесяткаў тысяч кілограмаў на адзін квадратны сантыметр ажыццявіць магчыма.

Выявілася, што і такіх ціскаў дастаткова, каб цела змяніла прывычныя нам уласцівасці.

Можна, напрыклад, цвёрдае, крохкае цела зрабіць пластычным.

Вучоныя спрабавалі сціскаць у стальной скрынцы кавалак мармуру.

Каб ціск перадаваўся ўсёй паверхні каменя, прамежкі паміж каменем і сценкамі скрынкі залівалі парафінам.

Пад вялікім ціскам мармур рабіўся пластычным, і пасля доследу ў скрынцы аказваўся мармуравы злепак яе ўнутранай поласці.

Крохкі мармур у такіх умовах трымае сябе, як мяккі воск.

Наадварот, мяккія целы пад вельмі вялікім ціскам праяўляюць нечаканую цвёрдасць. Напрыклад, аладкі з

глінянага цеста, якія сціскаюцца паміж стальнымі дошкамі гідраўлічнага прэса, крыху ўціскаюцца ў сталь.

Ціск перашкаджае і плаўленню цел. Расплаўляючыся, усе целы прыроды (апрача лёду і чыгуну) расшыраюцца. А вялікі ціск перашкаджае расшырэнню.

Значыць, цела пад вельмі вялікім ціскам, нагрэтае вышэй тэмпературы плаўлення, не можа расплавіцца.

Зрабіўшы такія доследы, вучоныя змаглі адказаць на пытанні, якая-ж Зямля ўнутры.

Вешчаство Зямлі нагрэта да тэмпературы вышэй пункта плаўлення. Але расплавіцца яно не можа — гэтаму перашкаджае велізарны ціск.

Таму распаленая ўнутры Зямля застаецца цвёрдай.

Але частачкі яе ўтрымліваюцца не толькі дзеючымі паміж імі сіламі сувязі: апрача гэтага, яны яшчэ прыціскаюцца адна да другой велізарным ціскам (чаго не адчуваюць частачкі більярднага шара).

Ціск на вялікай глыбіні ў сотні разоў перавышае сілу, якая звязвае частачкі сталі. Вось чаму Зямля ў цэлым цвярдзей за сталь.

Разам з гэтым ціск, як і ў доследзе з кавалкам мармуру ў стальной скрынцы, робіць цвёрдае вешчаство Зямлі пластычным.

Пластычнасць вешчаства ўнутры Зямлі тлумачыць і шарападобнасць яе.

Параўнальна нядаўна некаторыя вучоныя думалі, быццам Зямля можа мець форму многагранніка.

Але цяпер усе такія меркаванні не маюць пад сабой глебы, бо стала зразумела, што частачкі пластычнага вешчаства Зямлі пад уплывам сілы цяжару павінны размясціцца сіметрычна вакол цэнтра.

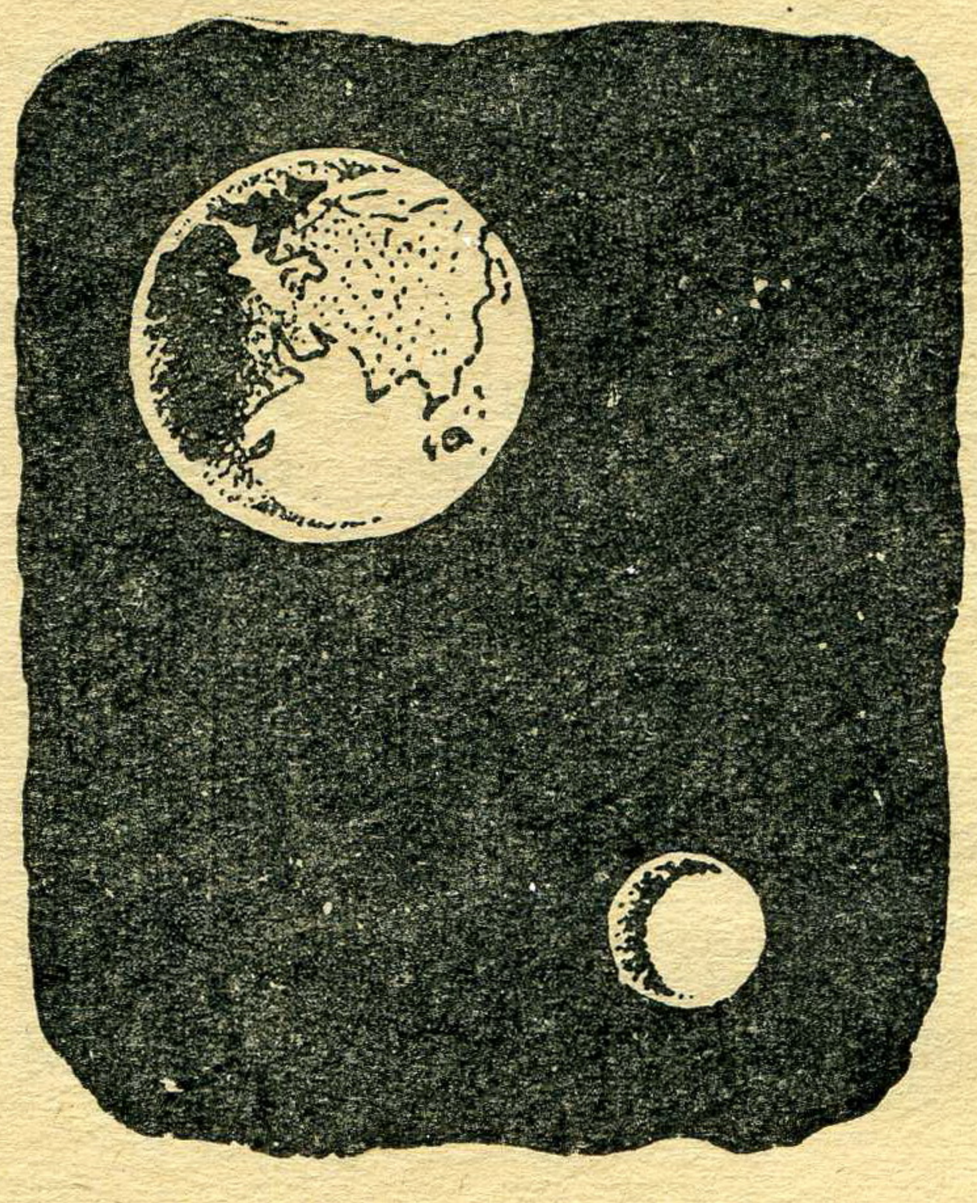
Таму цвёрдая, але пластычная Зямля магла прыняць толькі форму шара. Верцячыся вакол асі, яна павінна сціснуцца на столькі-ж, як калі-б яна была вадкай.

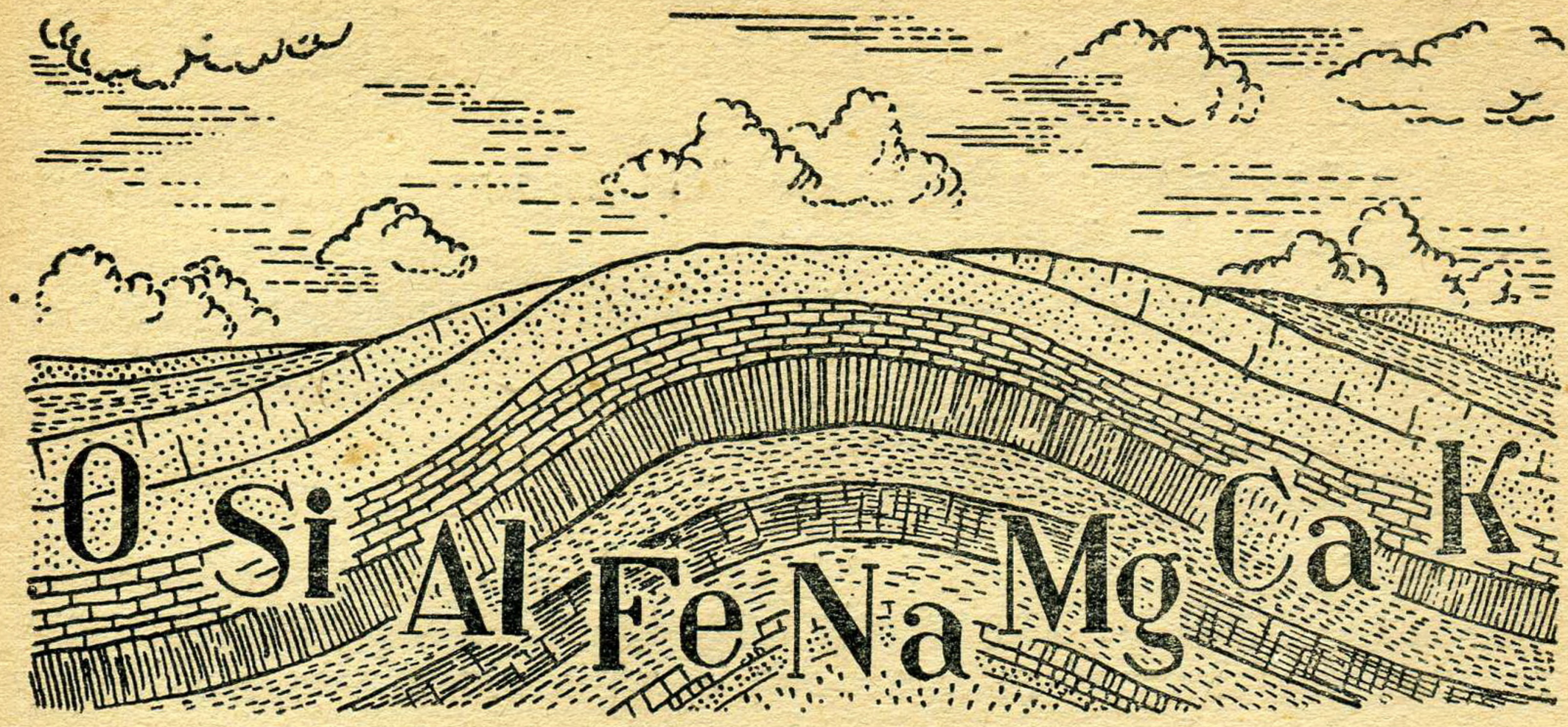
Гэтыя супярэчлівыя ўласцівасці Зямлі здаюцца дзіўнымі буржуазным вучоным, якія не кіруюцца метадам дыялектычнага матэрыялізма пры вывучэнні прыроды.

Але, як пісаў В. І. Ленін, «...дыялектычны матэрыялізм настайвае на прыблізным, адносным характары ўсякага навуковага палажэння аб будове матэрыі і ўласцівасцях яе, на адсутнасці абсалютных граней у прыродзе, на ператварэнні рухаючайся матэрыі з аднаго стану ў другі,

як відаць, з нашага пункту гледжання, непрымірымы з ім і г. д.».

З пункту гледжання дыялектычнага матэрыялізма, зусім зразумела, што цела Зямлі можа мець адначасова супярэчлівыя ўласцівасці: пластычнасць і цвёрдасць.





Раздзел 4

З ЧАГО СКЛАДАЕЦЦА ЗЯМЛЯ

Элементы зямной кары

Якіх толькі горных парод няма ў зямной кары!

Мяккія гліны, зярністыя пясчанікі, рыхлыя і шчыльныя вапнякі... Пад імі-ж — зусім іншыя пароды: слюдзістыя сланцы, рознакаляровыя граніты...

Але колькі хімікі ні рабілі аналізаў горных парод, яны знаходзілі ў іх адны і тыя-ж вяшчэствы: кісларод, крэмній, алюміній, жалеза, магній, кальцый, калій і натрый.

Другія-ж хімічныя элементы сустракаліся ім толькі ў вельмі невялікіх колькасцях.

Як бачым, прырода аказалася вельмі пераборлівай: яна выбрала для пабудовы зямной кары толькі некалькі лёгкіх элементаў, а з ліку цяжкіх — адно жалеза.

Тое-ж самае і ва ўсім Сусвеце. Атмасфера Сонца і зорак таксама складаецца галоўным чынам з тых-жа элементаў, што і зямная кара.

Гэта адзначыў яшчэ ў мінулым веку вялікі рускі хімік Д. І. Мендзелееў.

Незразумелым было ў той час для хімікаў такое мноства адных і недахоп другіх элементаў у прыродзе.

«А чаму ў прыродзе маса адных простых цел большая, чым другіх, — пісаў Д. І. Мендзелееў, — мы яшчэ не ведаем».

Але ён, як відаць, спадзяваўся, што гэта не застанецца назаўсёды тайнай для людзей.

І вялікі хімік не памыліўся. У наш час ужо знойдзена досыць пэўная прычына таго, што ў прыродзе адных элементаў многа, а другіх мала.

Аб гэтым мы скажам далей.

Даведаўшыся, з якіх элементаў складаецца зямная кара, вучоныя не задаволіліся гэтым. Яны хацелі яшчэ вызначыць, колькі-ж кожнага з элементаў уваходзіць у састаў зямной кары.

Але гэтая задача здавалася доўгі час невырашальнай.

Немагчыма-ж у літаральным сэнсе слова атрымаць «сярэднюю пробу» зямной кары, каб даведацца, з якіх вяшчэстваў яна складаецца!

Сухазем'е займае каля 150 мільёнаў квадратных кіламетраў. Калі ўзяць пробу толькі з кожнага квадратнага кіламетра, дык прышлося-б зрабіць 150 мільёнаў аналізаў!

Ды і пробы нельга браць проста зверху. Паверхня Зямлі ўсюды пакрыта глінай і пяском. Каб атрымаць пробу глыбока ляжачых горных парод, трэба было-б пракапаць 150 мільёнаў глыбокіх шурфаў.

Неажыццявімая справа!

Аднак вучоныя знайшлі выхад з гэтага цяжкага становішча. Яны ўзялі прыклад з таваразнаўцаў: калі прыходзіць вялікая партыя зерня або іншага сыпучага тавару ў мяшках, дык пробу бяруць наўдачу — не з усіх, а толькі з некаторых мяшкоў. Па ёй і мяркуюць аб якасці тавару ўсёй вялікай партыі.

Таксама зрабілі і вучоныя. Яны сабралі ўсе, якія толькі маглі, аналізы горных парод, зробленыя ў розны час геолагамі і горнымі інжынерамі. Пробы горных парод для гэтых аналізаў былі ўзяты ў розных месцах зямной паверхні ў час геалагічных разведак і горных работ.

Па аналізах можна было разлічыць, колькі ў іх змяшчалася ў сярэднім кісларода, крэмнія, алюмінія і іншых элементаў.

Вось як разважалі пры гэтым вучоныя: чым больш якой-небудзь горнай пароды ў зямной кары, тым часцей яна трапляе ў лабараторыю для аналізу.

Значыць, сярэдні працэнт у пробах розных элементаў будзе прыблізна такім-жа, як і ва ўсёй зямной кары.

Нялёгка было, аднак, зрабіць і такую работу.

Спатрэбіліся дзесяткі гадоў, каб сабраць некалькі тысяч гатовых аналізаў, праверыць некаторыя з іх і зрабіць усе разлікі.

Дзіўны вынік атрымалі пры гэтым вучоныя.

Аказалася, што зямная кара напалавіну складаецца з кісларода. Усе іншыя элементы ўваходзяць у яе ў выглядзе вокіслаў, гэта значыць злучэнняў з кіслародам.

Вельмі многа ў ёй крэмнія.

Чысты рачны пясок, мінерал кварц, які часта сустракаецца, — свабодны крэмнезём (так называюць вокіс крэмнія). Апрача таго, крэмнезём уваходзіць і ў састаў розных мінералаў і горных парод.

Чацвёртая частка ўсёй зямной кары — крэмній.

Алюміній і жалеза складаюць дзевятую частку зямной кары (алюмінія амаль у два разы больш, чым жалеза).

У гліне і іншых горных пародах вельмі многа вокісу алюмінія, або глініазёму. Вокіс жалеза таксама ўваходзіць у састаў многіх мінералаў.

Крыху менш дзевятай часткі зямной кары складаюць разам кальцый, магній, калій і натрый.

Але-ж у прыродзе знойдзена восемдзесят восем элементаў (чатыры астатнія элементы, якія, згодна табліцы Д. І. Мендзелеева, павінны існаваць у прыродзе, не знойдзены: яны вельмі радыяактыўныя і ўжо распаліся; але хімікі атрымалі іх штучна).

Што-ж застаецца на долю астатніх васьмідзесяці элементаў?

Толькі каля двух працэнтаў масы зямной кары.

Адны з гэтых элементаў рассеяны ў выглядзе злучэнняў — розных рэдкіх мінералаў. Здабыць іх у значнай колькасці цяжка, і таму іх называюць рэдкімі.

Такімі з'яўляюцца, напрыклад, ванадый, цырконій, кобальт.

Другія, напрыклад медзь, свінец, волава, цынк, ртуць, адклаліся значнымі скапленнямі сваіх руд у мінеральных жылах.

Жыла — трэшчына зямной кары, запоўненая мінеральнымі вяшчэствамі.

Яшчэ вялікі М. В. Ламаносаў разгадаў сакрэт паходжання мінеральных жыл. У сваім артыкуле «Аб слаях зямных» ён адзначыў, што мінералы адкладаліся ў жылах з растворaў.

Але, як даказалі сучасныя вучоныя, гэтыя растворы ўтварыліся не на паверхні Зямлі. Іх радзіма — найглыбейшыя яе нетры.

Адтуль вырывалася распаленая металічная і вадзяная пара і накіроўвалася ў далёкае падарожжа па трэшчынах зямной кары. Ахаладзіўшыся, яна рабілася вадкай і рухалася гарачымі патокамі ў трэшчынах, адкладаючы розныя мінеральныя асадкі.

З рудных жыл здабываюць сотні тысяч тон медзі, свінца, цынка і іншых металаў. Але параўнальна з масай зямной кары іх колькасць нязначная.

Колькі дасціпных меркаванняў і тонкіх метадаў даследавання спатрэбілася вучоным, каб даведацца, якую частку ў зямной кары складаюць металы і рэдкія элементы!

Адзін з вучоных вызначаў колькасць у зямной кары металаў, лічачы зямную кару іх «прадаўцом», а чалавека — «пакупніком».

Як вядома, рыначная цана залежыць ад попыту і прапановы тавару. Па рыначнай цане на металы гэты вучоны вызначаў колькасць іх у зямной кары.

Колькі працы было затрачана, каб даведацца, у якіх колькасцях знаходзіцца кожны з хімічных элементаў у самай верхняй «плёнцы» зямной кары!

Таўшчыню гэтай плёнкі вучоныя ўмоўна прымаюць роўнай 16 кіламетрам. Яны лічаць, што змяцце ў складкі зямной кары можа дастаўляць на паверхню пароды з такой глыбіні.

Ніякіх сярэдніх проб з большай глыбіні атрымаць нельга. Толькі зрэдку адтуль трапляе ў рукі вучоных вешчаство Зямлі ў час вулканічных вывяржэнняў.

Як-жа даведацца, з чаго складаецца Зямля ўнутры?

З поўнай упэўненасцю адказаць на гэтае пытанне пакуль яшчэ не ўдалося. Але вучоныя ўжо даказалі, што

ўнутры Зямля складаецца са значна больш цяжкіх вяшчэстваў, чым горныя пароды зямной кары.

Гэта даведаліся, «узважыўшы» Зямлю.

Як «узважылі» Зямлю

Лёгка знайсці вагу вялікага каменнага будынка. Для гэтага дастаткова вылічыць, колькі пайшло на яго пабудову цэглы, бэлек і іншых матэрыялаў.

Па іх колькасці можна знайсці і вагу ўсяго будынка.

Але вагу Зямлі так вызначыць нельга: мы-ж не ведаем, з якіх матэрыялаў яна пабудавана.

Тут прыходзіцца скарыстаць уласцівасці ўсіх цел прыцягваць адно другое.

Узважваючы які-небудзь прадмет, мы вымяраем сілу прыцяжэння яго Зямлёй.

На Месяцы вагой цела мы называлі-б сілу прыцяжэння яго Месяцам. Калі-б можна было трапіць на Месяц, мы ўбачылі-б, што там усе прадметы амаль у шэсць разоў лягчэй, чым на Зямлі (вядома, узважванне трэба рабіць спружыннымі вагамі).

Узважыўшы свінцовы шарык на Зямлі і на Месяцы, можна вылічыць, у колькі разоў маса Зямлі большая за масу Месяца або ў колькі разоў Зямля цяжэй за Месяц.

Аднак вага Месяца нам таксама невядома.

Але ўявіце сабе, што замест Месяца абарачаецца вакол Зямлі свінцовы шар вагой, скажам, у 200 кілограмаў. Ён таксама прыцягваў-бы да сябе маленькі свінцовы шарык, што знаходзіцца на яго паверхні.

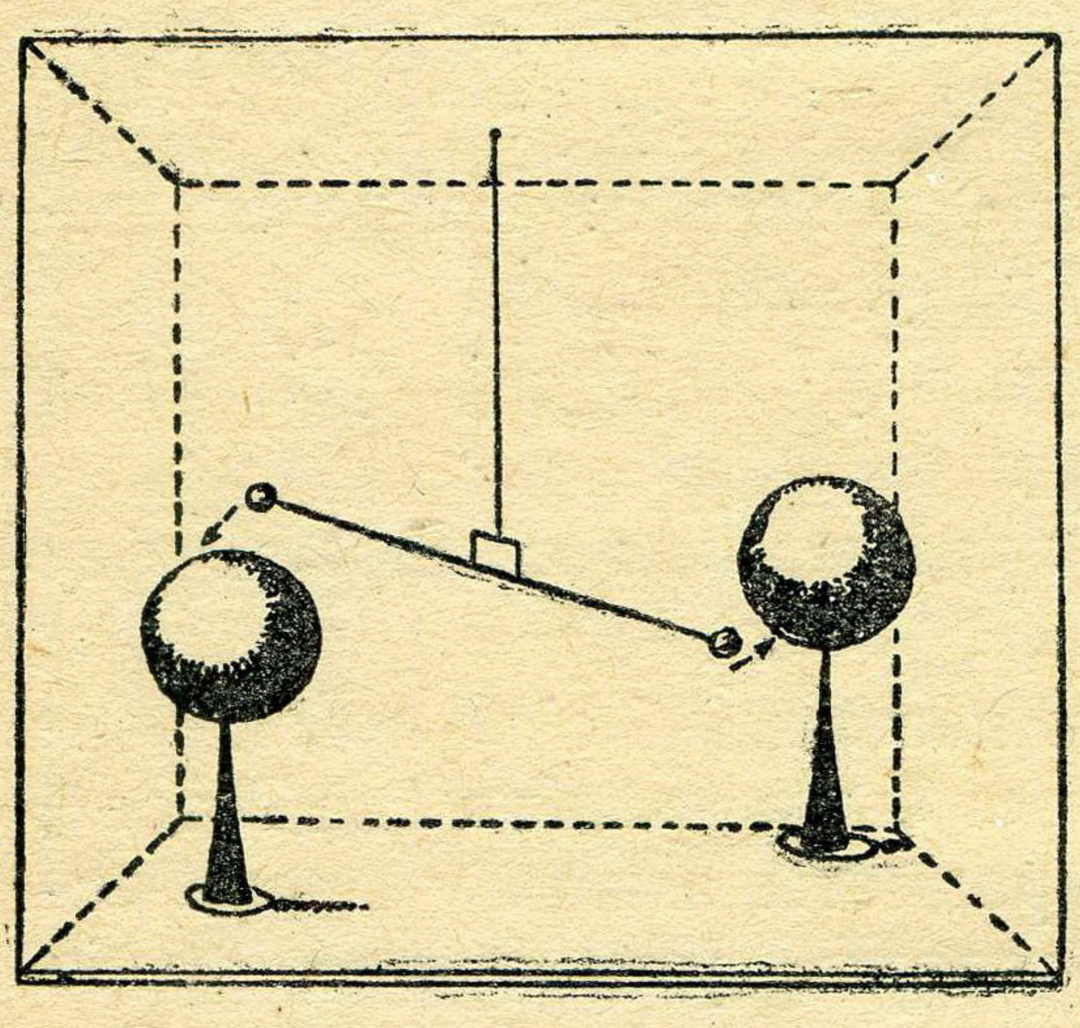
Устанавіўшы на гэтым уяўным спадарожніку Зямлі незвычайна адчувальныя спружынныя вагі, можна было-б вымераць сілу, з якой ён прыцягвае свінцовы шарык. Параўнаўшы-ж вагу шарыка на Зямлі з прыцяжэннем яго гэтым «спадарожнікам», можна вылічыць, у колькі разоў Зямля цяжэй за вялікі свінцовы шар.

Гэта ўяўны дослед. Але падабенства яго можна зрабіць і ў сапраўднасці.

Як-жа вымераць зусім непрыкметнае прыцяжэнне маленькага шарыка вялікім свінцовым шарам?

Прыбор, які дазволіў зрабіць такое вымярэнне, вельмі просты.

Лёгкі стрыжань з маленькімі свінцовымі шарыкамі па канцах, падвешаны за сярэдзіну на тонкай металічнай ніці, — вось пабудова гэтага цікавага прыбора, названага круцільнымі вагамі. Каб засцерагчы круцільныя вагі ад самага нязначнага подыху ветру, іх ставяць у закрытую з усіх бакоў шкляную скрынку.



Круцільныя вагі.

Так можна дасягнуць таго, што яны будуць знаходзіцца ў поўным спакоі.

Асцярожна прысоўваючы да канцоў стрыжня прыбора вялікія свінцовыя шары, можна бачыць дзіўную з'яву: маленькія шарыкі пацягнуцца да іх, як жалеза да магніту, злёгку закручваючы ніць падвесу.

Але-ж свінец не мае магнітных уласцівасцей. Значыць, тут дзейнічае прыцягненне аднаго да другога свінцовых шароў.

Сіла прыцяжэння паміж імі надзвычай слабая. Нязначнае супраціўленне тонкай ніці закручванню хутка ўроўнаважвае яе, і шарыкі спыняюцца.

Вымераўшы гэтае супраціўленне, мы даведваемся аб сіле прыцяжэння вялікім свінцовым шарам маленькага шарыка.

Цяпер можна параўнаць сілу прыцяжэння Зямлі і вялікага свінцовага шара, а затым вылічыць, у колькі разоў Зямля цяжэй за вялікі свінцовы шар.

Аказалася, што Зямля — вельмі цяжкае цела. Калі-б яна была і ўнутры каменнай, дык важыла-б у два разы менш, гэта значыць сярэдняя шчыльнасць Зямлі ў сапраўднасці ў два разы большая за шчыльнасць каменя.

Значыць, Зямля складаецца ўнутры не са знаёмых нам горных парод, а з іншых, значна больш цяжкіх вяшчэстваў.

Жалезнае ядро

Пачаліся здагадкі: з чаго-ж складаецца Зямля ўнутры?

Адзін з геолагаў спачатку дапусціў, быццам Зямля заключае ў сабе залатое ядро. Паколькі золата вельмі цяжкі метал, дык гэтым ён хацеў растлумачыць вялікую вагу Зямлі.

Але як даказаць, што ўнутры Зямлі ёсць ядро з золата і пла́ціны?

У прыродзе золата і пла̀ціна сустракаюцца рэдка і ў невялікіх колькасцях. Таму было-б дзіўным, калі-б унутры Зямлі аказалася велізарная колькасць гэтых металаў.

Значна больш праўдападобнае дапушчэнне зрабілі акадэмік А. Е. Ферсман і іншыя вучоныя. Яны кіраваліся назіраннямі, а не меркавалі наўздагад.

Нават у лёгкай зямной кары ёсць досыць многа жалеза. Дык ці не павялічваецца колькасць гэтага металу з глыбінёй? Гэтым можна было-б растлумачыць вялікую вагу Зямлі.

Сапраўды, гэта вельмі праўдападобна.

На паверхні Зямлі агаляецца больш глыбокая зямная абалонка з цяжкіх, багатых жалезам базальтавых горных пародаў.

Вельмі многія астравы Ціхага акіяна і, як відаць, яго дно складаюцца з такіх пародаў.

Хуткасць пашырэння хваль землетрасенняў, прабягаючых пад дном Ціхага акіяна, таксама гаворыць аб тым, што там залягаюць пароды, якія па фізічных уласцівасцях падобныя да базальтаў.

У базальтах, паводле падлікаў акадэміка А. Е. Ферсмана, удвая больш жалеза, чым у горных пародах верхняга слою зямной кары.

Але вядомы горныя пароды, яшчэ больш багатыя жалезам. Яны складаюцца з аліўкава-зялёнага або бурага мінералу — алівіну.

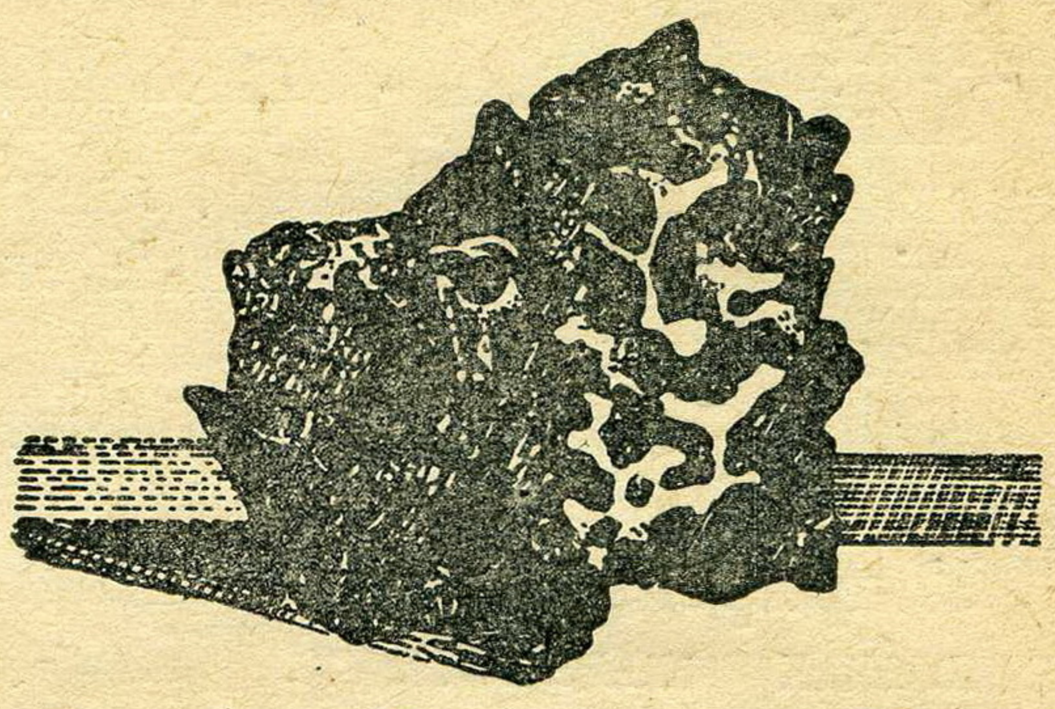
Таму можна дапусціць, што пад базальтавай абалонкай знаходзіцца шаравы слой з алівінавых пародаў.

Ці ёсць, аднак, яшчэ больш багатыя жалезам горныя пароды, з якіх магла-б складацца Зямля ўнутры, глыбей алівінавай абалонкі?

У зямной кары такія пароды не сустракаюцца. Але кавалкі іх падаюць на зямлю з сусветнай прасторы.

Гэта каменныя і жалезныя метэарыты.

Нават у каменных метэарытах удвая больш жалеза, чым у алівінах: гэты метал не толькі ўваходзіць у састаў вешчаства метэарыта, але і ўкраплены ў выглядзе металічных зярнят.



Метэарыт «Енісейская глыба» — палáсава жалеза.

Яшчэ больш багаты металам жалеза-каменныя метэарыты, або паласіты (названыя так па імю рускага акадэміка канца XVIII века Паласа). У іх амаль палавіна па вазе — жалеза, зерні якога змешаны з алівінам.

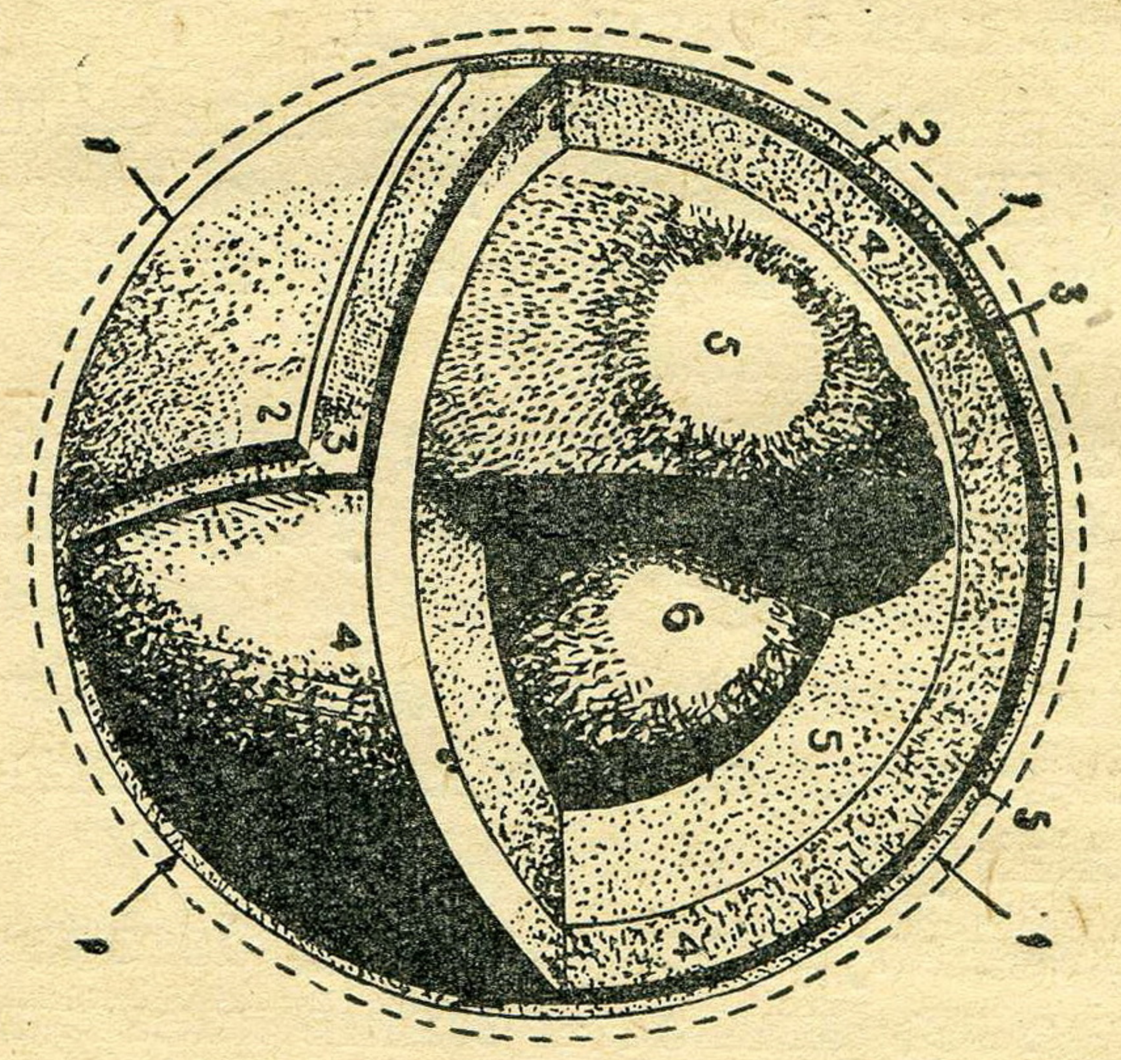
Нарэшце, жалезныя метэарыты — проста кавалкі амаль чыстага жалеза са значнай прымессю нікеля.

Але калі такія пароды падаюць з сусветнай прасторы, значыць іх многа ў прыродзе.

Чаму-ж ім не быць і ўнутры Зямлі?

Так вырашылі вучоныя.

Таму большасць з іх лічыць, што глыбей алівінавай абалонкі вешчаство Зямлі становіцца яшчэ больш



Будова Зямлі: 1 — атмасфера; 2 — гранітная абалонка; 3 —базальтавая абалонка; 4 — алівінавая абалонка; 5 — прамежкавая абалонка; 6 — жалезнае ядро.

багатым на жалеза, а ў самым цэнтры яе знаходзіцца велізарнае жалезнае ядро.

Вось чаму такой цяжкай з'яўляецца Зямля, ахутаная звонку лёгкай каменнай карой.

Але не толькі гэтымі меркаваннямі кіруюцца вучоныя, рысуючы малюнак унутранай будовы Зямлі: хвалі землетрасенняў таксама прыносяць звесткі аб змяненні ўласцівасцей яе вешчаства з глыбінёй.

Назіраючы выхад хваль далёкіх землетрасенняў, вучоныя змаглі вызначыць шлях, па якому гэтыя ваганні пашыраюцца праз цела Зямлі.

Выявілася, што «праменні» хваль землетрасенняў адчуваюць моцнае праламленне на глыбіні 60, 1200 і 2900 кіламетраў. Значыць, на гэтых глыбінях рэзка мяняюцца ўласцівасці вешчаства Зямлі.

Вось як тлумачаць гэтую з'яву вучоныя.

На глыбіні 60—70 кіламетраў знаходзіцца мяжа базальтавай абалонкі.

Далей ляжыць алівінавы шаравы слой, які распасціраецца да глыбіні 1200 кіламетраў.

Яшчэ глыбей знаходзіцца шаравы слой таўшчынёю ў 1700 кіламетраў, які ахутвае жалезнае ядро. Ён складаецца з сумесі металічнага жалеза з алівінам.

Мяжа жалезнага ядра ляжыць на глыбіні 2900 кіламетраў. Значыць, яго папярочнік ровен прыкладна 7000 кіламетрам.

Калі Зямля складаецца з такіх шаравых слаёў і жалезнага ядра, дык, сапраўды, яна павінна быць у два разы цяжэй такога-ж каменнага шара.

Калі вучоныя вывучалі зямную кару, дык ім здавалася, быццам самую важную ролю ў прыродзе адыгрываюць лёгкія элементы — крэмній, алюміній, жалеза, магній, кальцый, натрый і калій, а таксама кісларод.

Пазнаёміўшыся-ж з будовай Зямлі і вяшчэствамі, з якіх яна складаецца ўнутры, прыходзіцца думаць інакш.

Паводле падлікаў акадэміка А. Е. Ферсмана, больш трэці Зямлі па вазе — жалеза і каля чвэрці — кісларод.

Крэмній складае толькі сёмую частку вагі Зямлі, а магній — дзесятую.

Усе астатнія элементы не адыгрываюць вялікай ролі ў саставе Зямлі (толькі нікеля ў ёй каля трох працэнтаў).

Мабыць, такі-ж састаў і ў іншых планет.

Чаму-ж адных элементаў у прыродзе многа, а другіх мала?

На гэтае пытанне, пастаўленае ў свой час Д. І. Мендзелеевым, вучоныя ўжо знайшлі праўдападобны адказ.

Цяпер вядома, што атамы не вечны. Атамныя ядры некаторых элементаў распадаюцца досыць хутка. Гэтыя элементы называюцца радыяактыўнымі. Такімі з'яўляюцца уран, торый, радый.

Заўважана, аднак, што вельмі павольна распадаюцца атамы і іншых элементаў, напрыклад калія.

Дапусцім, што больш або менш павольны распад — лёс усіх элементаў. Тады стане зразумелым, што параўнальна ўстойлівыя элементы будуць накапляцца ў прыродзе.

Мабыць, іменна таму ў Зямлі многа жалеза, кіслорода, крэмнія і магнія, а астатніх, менш устойлівых элементаў мала.

Між іншым, такое меркаванне яшчэ не даказана. Тут мы зноў сустракаемся з не зусім вырашанай загадкай прыроды.

Унутры Зямлі скапіліся цяжкія элементы. Больш-жа паверхневыя абалонкі яе складаюцца з параўнальна лёгкіх вяшчэстваў.

Чым-жа растлумачыць такое размеркаванне іх у Зямлі?

Адказ напрашваецца сам сабой.

Відавочна, Зямля калісьці знаходзілася ў расплаўленым стане. Таму ўсе вяшчэствы ў ёй маглі лёгка перамяшчацца.

Цяжкі расплаў жалеза апусціўся ў цэнтральную частку Зямлі. Там-жа скапіліся і іншыя цяжкія металы.

Невялікая частка жалеза была захоплена ўсплываўшымі злучэннямі лёгкіх элементаў, таксама як захоплівае крыху жалеза лёгкі шлак у доменнай печы.

Зямная кара — лёгкі шлак, які пакрыў застываючае багатае металам ядро Зямлі. Таму ў яе састаў і ўваходзіць крыху жалеза, большая частка якога засталася ў цэнтральнай вобласці зямнога шара.

Ёсць і іншыя доказы таго, што Зямля была калісьці расплаўлена.

Зямная кара пад тонкім верхнім слоістым покрывам складаецца скрозь з горных парод, якія могуць утварыцца толькі з застываючага расплаву.

Вучоныя ўжо штучна атрымалі такім спосабам некаторыя з гэтых горных парод.

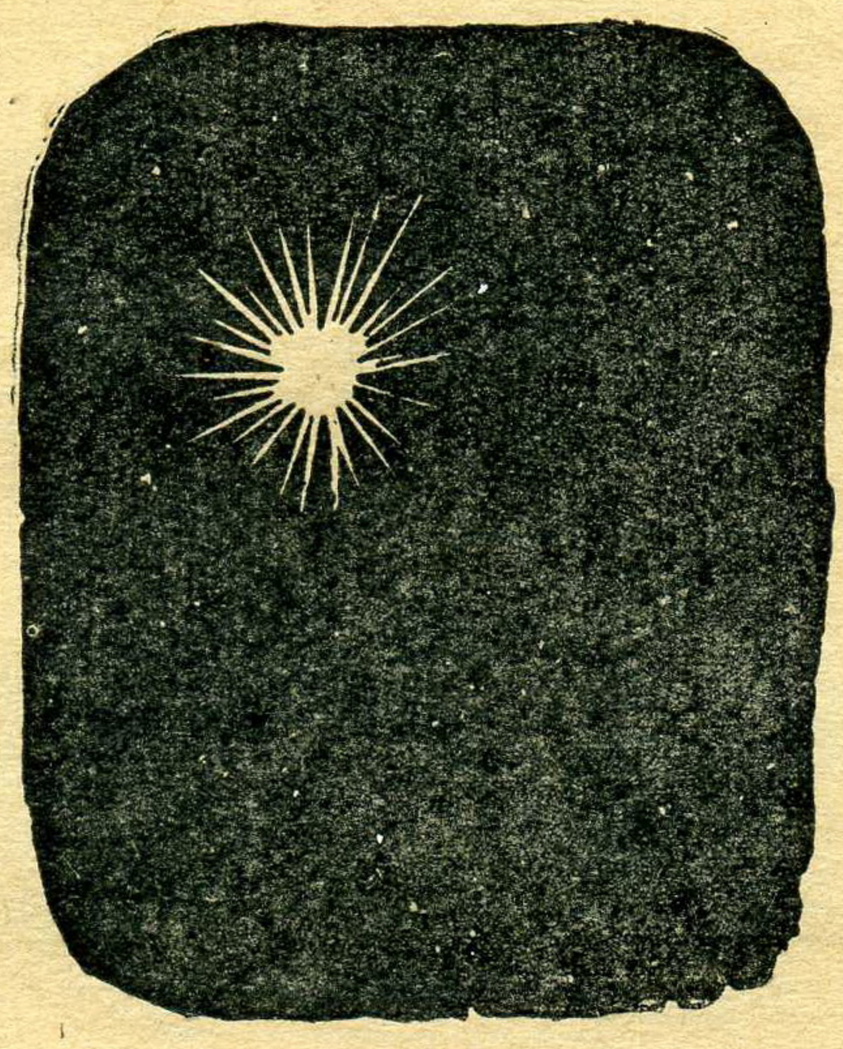
Таму можна сцвярджаць, што Зямля знаходзілася калісьці ў расплаўленым стане (хоць ёсць вучоныя і нязгодныя з гэтай думкай).

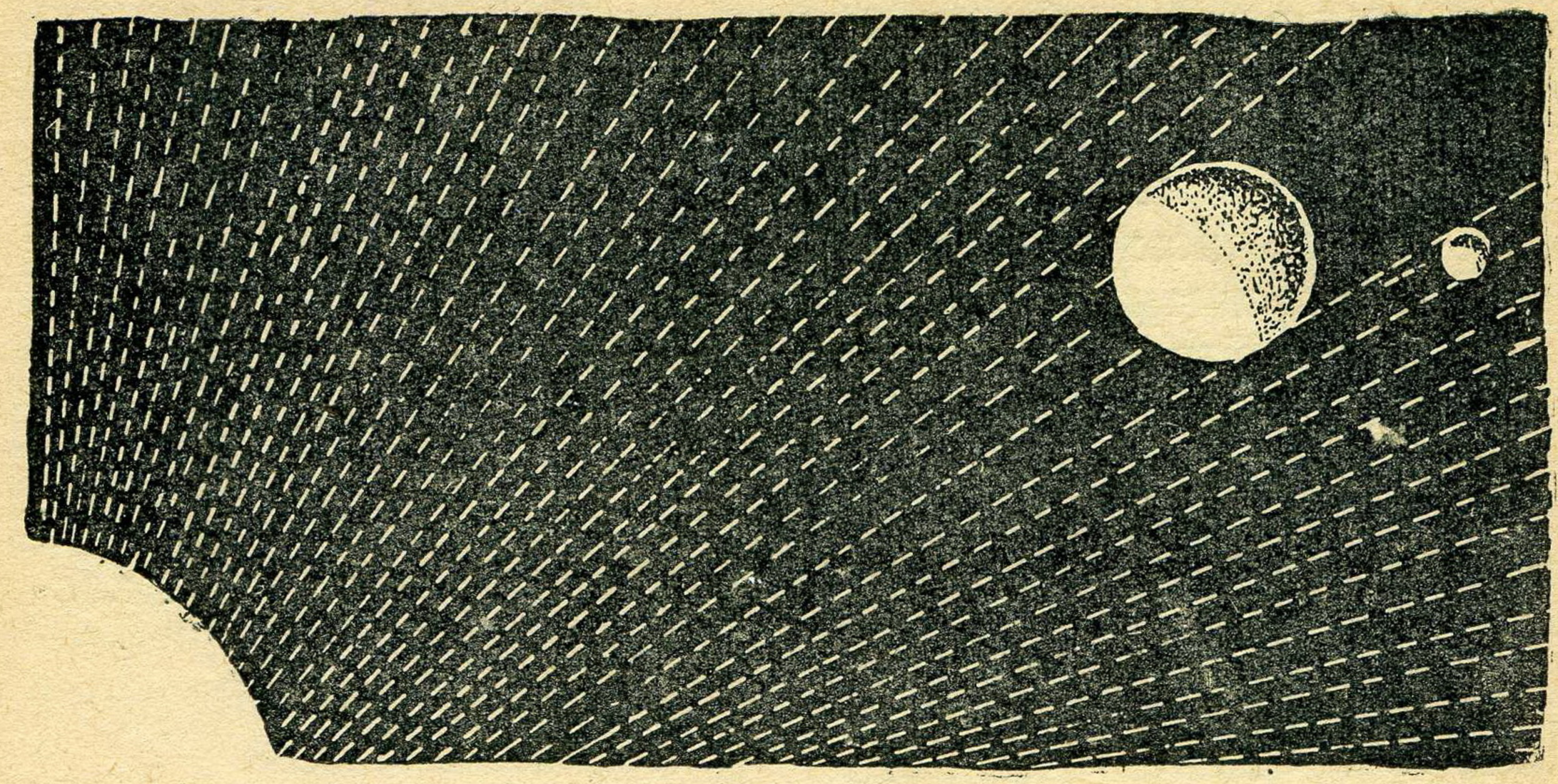
У тыя часы яна зззяла ў цемры сусветнай прасторы ўласным святлом, як невялікая зорка.

Як-жа ўтварылася наша Зямля?

Як стала яна халоднай планетай, на паверхні якой узнік і развіўся свет раслін і жывёл?

На гэтыя пытанні стала магчымым адказаць, калі вучоныя даведаліся, якое месца займае Зямля сярод касмічных цел.





Раздзел 5

ЗЯМЛЯ — НЯБЕСНАЕ ЦЕЛА

Зямля «збоку»

Яшчэ халдзейскія жрацы за 2500 гадоў да нашых дзён ведалі, што Зямля шарападобная. У гэтым іх пераконвала форма зямнога цяню.

Як-жа маглі яны ўбачыць зямны цень? У сусветнай-жа прасторы няма экрана, на які мог-бы ён упасці.

Але, аказваецца, такім экранам з'яўляецца Месяц. Ён абарачаецца на адлегласці 384 000 кіламетраў ад Зямлі, а конусападобны зямны цень яшчэ даўжэйшы. Таму ён можа ўпасці на Месяц.

Гэта здараецца зрэдку, у час поўні. Тады Зямля знаходзіцца якраз паміж Сонцам і Месяцам. Сонца асвятляе звернуты да яго бок Зямлі, а ў напрамку да Месяца адкідаецца зямны цень.

На жаль, не часта ўдаецца ўбачыць, як Месяц апускаецца ў цень Зямлі: большай часткай ён праходзіць, мінаючы яго. Толькі часам бывае, што востры конус зямнога цяню, быццам указка настаўніка геаграфіі, блукаючая па карце неба, якраз трапляе ў Месяц. Тады надыходзіць частковае або поўнае зацьменне Месяца.

Невуцкія, некультурныя людзі са сполахам назіралі гэтую з'яву. Служыцелі рэлігійных культаў падтрымлівалі іх страх, расказваючы аб злым цёмным «духу», які імкнецца паглынуць светлы Месяц.

Аднак уважлівыя назіральнікі неба яшчэ ў старажытнасці разумелі, што гэта цень Зямлі, які знаходзіцца паміж Сонцам і Месяцам, упаў на Месяц.

У час частковага зацьмення на дыску Месяца відаць круглы край зямнога ценю. Такі цень можа адкідаць толькі круглае цела. Значыць, Зямля — шар.

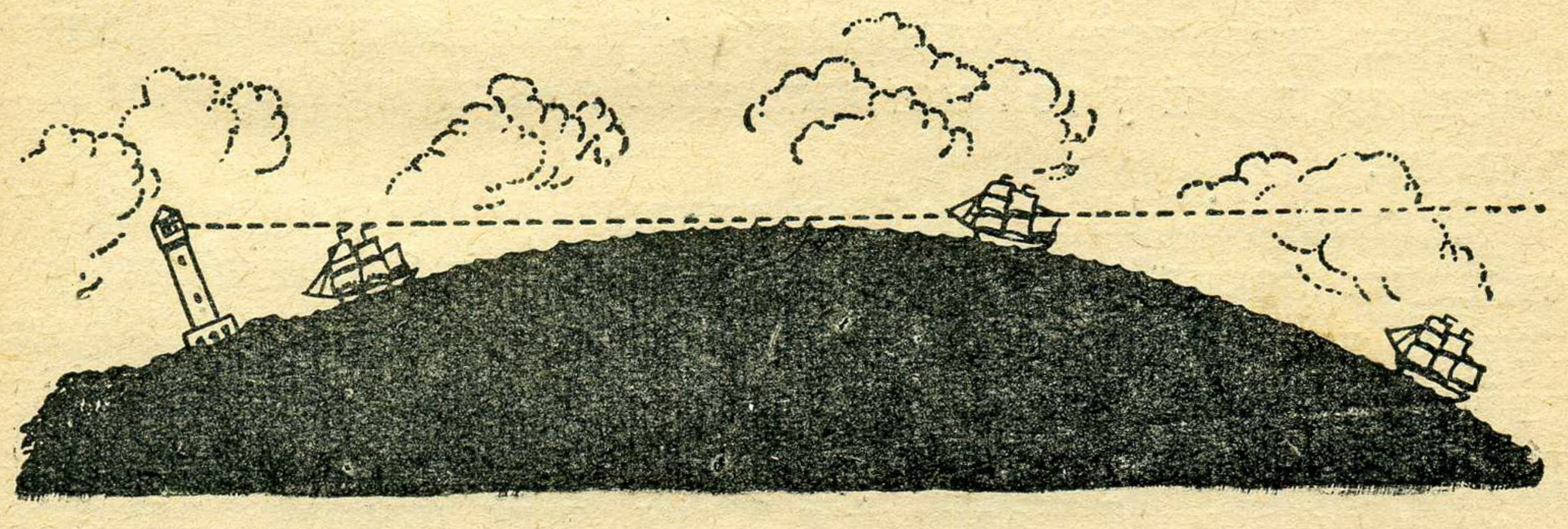
Так вырашылі астраномы старажытнай Грэцыі.

Але няўжо, знаходзячыся на зямным шары, нельга ніяк заўважыць яго пукатасці?

Гэта было-б проста неверагодна.

Сапраўды, маракі, якія часта бачылі гарызонт адкрытага мора, даўно даведаліся аб пукатасці зямной паверхні.

Грэкі, напрыклад, яшчэ ў старажытнасці пачалі плаваць на грабных і парусных суднах у Егіпет і ўздоўж берагоў Сяродземнага мора.



Паверхня гладкага мора пукатая.

Падаючы ўначы з караблёў сігналы, яны хутка заўважылі, што чым вышэй падняты ліхтар, тым з большай адлегласці яго можна ўбачыць.

Як павінны былі здзівіцца гэтаму маракі!

У ціхае-ж надвор'е на моры няма хваль, якія перашкаджаюць убачыць ліхтар на барту карабля.

Чаму-ж сігнал відаць далей, калі ліхтар падняты на мачту?

Грэчаскія вучоныя вельмі хутка здагадаліся аб прычыне гэтай з'явы: паверхня гладкага мора пукатая, як шчыт чарапахі; калі ліхтар на адплываючым караблі вісіць нізка, ён хутка знікае за пукатасцю мора; калі-ж яго

падняць на мачту, ён будзе відаць з большай адлегласці.

Так яны і тлумачылі ў сваіх кнігах гэтую з'яву.

Вада ў шырокім сасудзе або нават у сажалцы мае плоскую паверхню. На першы погляд здаецца, што і марская паверхня — таксама плоскасць.

Аднак прыгледзьцеся да таго, як знікае парусная лодка на гарызонце, і вы пераканаецеся, што гэта не так.

Чым далей адплывае лодка ад берага, тым яна здаецца меншай. Гэта — усім вядомы закон перспектывы.

Але калі яна дасягае лініі гарызонта, адбываецца дзіўная з'ява: здаецца, быццам за гэтай лініяй лодка апускаецца кудысьці ўніз.

У марскі бінокль добра відаць, што спачатку знікае корпус лодкі, затым паступова апускаецца пад гарызонт яе парус і, нарэшце, знікае верхавінка мачты з флагам.

Цяпер ні ў які бінокль нельга яе ўбачыць.

Аднак варта хутка падняцца на дах высокага дома, як лодка зараз-жа зноў паявіцца ў полі зроку.

І лінія гарызонта зусім не далёкі «край свету», як думаюць некаторыя наіўныя людзі.

Пры дапамозе дальнамера можна вылічыць адлегласць да лодкі ў той момант, калі яна апускаецца пад гарызонт.

З вышыні 10 метраў у адкрытым моры лодка застаецца бачнай на адлегласці не больш 11,3 кілометра, а затым яна хаваецца пад гарызонтам; з вышыні 20 метраў можна ўбачыць прадметы, аддаленыя на 16 кілометраў.

І чым вышэй падняліся-б мы, тым шырэй рабіўся-б гарызонт.

Так і павінна быць на пукатай паверхні!

На плоскасці-ж усё адбывалася-б інакш.

Калі-б паверхня мора была плоскай, дык адплываючая ўдалечыню лодка ніколі-б не знікала з поля зроку.

Праўда, па закону перспектывы яна здавалася-б усё меншай. Але калі мы ўжо не маглі-б адрозніць яе няўзброеным вокам, дапамагла-б зрокавая труба.

За 500 кілометраў можна было-б убачыць парусную лодку ў трубу з параўнальна невялікім павелічэннем — у 100 разоў.

Між тым у сапраўднасці лодка хаваецца за лініяй гарызонта, і ніякая труба не можа дапамагчы яе ўбачыць.

Не толькі лодка, але і велізарныя горы з адыходзячымі за воблакі снежнымі вяршынямі таксама знікаюць з вачэй, апускаючыся пад гарызонт.

Ад'язджаючы з Каўказа мы рухаемся па раўніне. Нішто не засланяе гарызонта. Чаму-ж з адлегласці ў 300 кілометраў мы не можам ужо заўважыць снежных вяршынь Каўказскіх гор?

Гэта тлумачыцца тым, што, аддаляючыся ад гор, мы рухаемся па крывой паверхні Зямлі. І на адлегласці 300 кілометраў крывізна яе ўжо настолькі прыкметная, што хавае ад нас Каўказскія горы.

Круглы край зямнога ценю і пукатасць паверхні мора пераканалі яшчэ старажытных вучоных у шарападобнасці Зямлі.

Але людзям, далёкім ад навукі, гэта здавалася няпраўдападобным.

Калі Зямля — шар, як-жа можна хадзіць па «ніжняму» боку Зямлі, не падаючы з яе? Як могуць дрэвы расці верхавінаю «ўніз», а кроплі дажджу з воблакаў падаць на глебу «ўверх»?

Так гаварылі багасловы і царкоўнікі ў сярэднія вякі. Яны зацята спрачаліся з географамі і астраномамі.

Пры зручным выпадку гэтым вучоным пагражалі судом «святой інквізіцыі» — судова-паліцэйскай царкоўнай арганізацыі, — якая пасылала на касцёр занадта вольна мыслячых людзей.

Але тут вучоным дапамог гандаль, які вялі каралі і купцы, пасылаўшыя свае судны ў далёкую Індыю. Шлях туды ляжаў вакол Афрыкі, на ўсход. Аднак, калі Зямля шарападобная, дык-жа можна знайсці другую, больш зручную дарогу, аб'язджаючы Зямлю навокал у напрамку на захад.

Толькі таму, а не з жадання знайсці праўду аб фігуры Зямлі, іспанскія каралі і арганізавалі ў кругасветнае падарожжа спачатку экспедыцыю Калумба, а затым Магелана.

Як ні шалелі служыцелі царквы, як ні перашкаджалі яны арганізацыі такіх падарожжаў, але ў 1519 годзе пяць парусных караблёў пад камандай Магелана адплылі ад берагоў Іспаніі на захад.

Невукі сцвярджалі, што калі Зямля — шар, дык караблі зваляцца ў бездань у тым месцы, дзе яе паверхня загінаецца «ўніз».

Якая-ж была радасць вучоных, калі праз чатыры гады адзін з гэтых караблёў звярнуўся з усходу!

Усе раптам пачалі верыць, што зямля шарападобная.

Аднак ці можна ўсё-ж з ўпэўненасцю сцвярджаць, быццам Зямля сапраўды правільны шар?

Уявіце сабе, што Зямля мела-б, напрыклад, выцягнутую форму дыні. І тады-б край яе ценю на дыску Месяца быў-бы круглым, а паверхня — усюды пукатай; і тады лодка знікала-б пад гарызонтам, як быццам апускаючыся ўніз.

Тыя-ж з'явы назіраліся-б і на Зямлі, сплюшчанай, як мандарын.

Праўда, на Зямлі, падобнай па фігуры да дыні, гарызонт меў-бы выгляд авала, а не круга. Але калі-б форма Зямлі была толькі крыху выцягнута або ледзь прыплюснута, дык гэтага нельга было-б заўважыць навока.

Аднак пасля адкрыцця шарападобнасці Зямлі такія думкі яшчэ доўга не прыходзілі вучоным.

Даследчыкаў тады цікавіла толькі пытанне аб памерах яе.

Як вымералі Зямлю

Як-жа вымераць велізарную Зямлю?

Немагчыма-ж абыйсці з мерным ланцугом вакол усёй Зямлі!

Але вучоныя не адступаюць перад цяжкасцямі. Яны вымералі Зямлю, карыстаючыся геаметрычнымі ўласцівасцямі шара.

Больш 2000 гадоў таму назад грэчаскія астраномы правялі на глобусе мерыдыяны і паралелі. Гэтая ўяўная сетка пакрывае ўвесь зямны шар.

Мерыдыян — вялікі круг, які праходзіць праз полюсы Зямлі. Калі-б вымераць даўжыню аднаго градуса мерыдыяна, лёгка было-б знайсці і даўжыню ўсёй акружнасці Зямлі.

Ідучы з поўначы на поўдзень або наадварот, мы рухаемся ўздоўж мерыдыяна.

Але як адмераць на зямной паверхні дугу мерыдыяна ў 1 градус? Зямля-ж — не глобус, на якім мерыдыяны праведзены ў выглядзе чорных ліній!

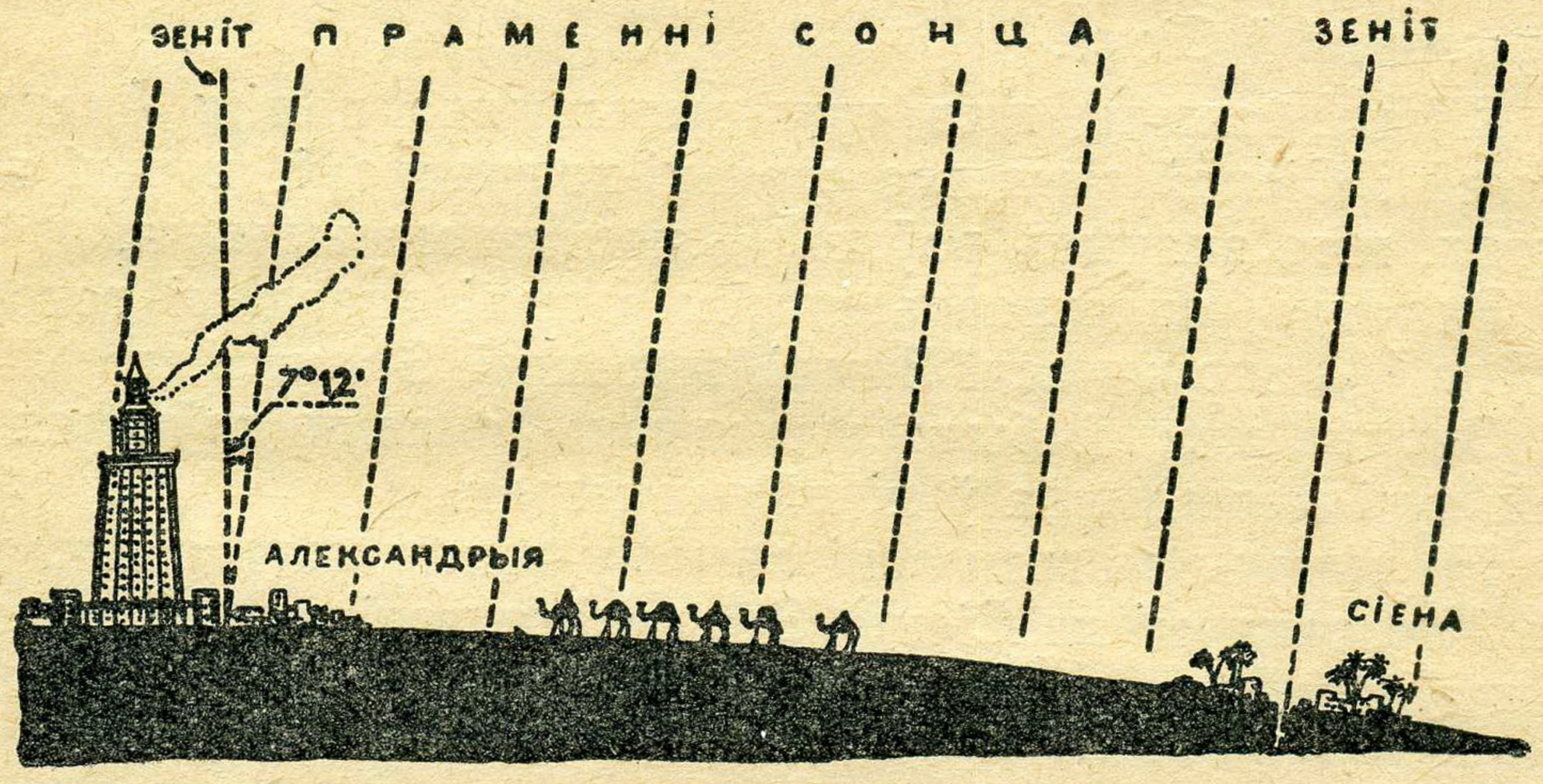
І тут зноў, як пры вырашэнні пытання аб фігуры Зямлі, вучоным дапамаглі назіранні пазазямных цел.

Зацьменні Месяца дазволілі ўбачыць зямны цень, а назіранні вышыні нябесных свяціл далі магчымасць намеціць на зямной паверхні дугу мерыдыяна і вызначыць колькасць градусаў у ёй.

Для ўсіх пунктаў зямной паверхні, якія ляжаць на адным мерыдыяне, поўдзень надыходзіць адначасова. Але вышыня поўдзённага сонца ў адзін і той-жа дзень розная.

Пад тропікамі Сонца летам у поўдня бывае проста над галавой. Як гавораць астраномы, яно тады знаходзіцца ў зеніце.

Але чым далей на поўнач, тым яно становіцца ніжэй. На полюсе нават у летнюю пару Сонца ніколі не падымаецца вышэй 23,5 градуса над гарызонтам.



Як Эратасфен вымераў дугу мерыдыяна.

Ведаючы, што поўдзённае Сонца ў розных пунктах мерыдыяна ў адзін і той-жа дзень стаіць на рознай вышыні, можна вызначыць, колькі градусаў у дузе мерыдыяна паміж двума пунктамі, вымяраючы ў іх вышыню Сонца ў поўдзень.

Такія спробы рабіліся з даўніх часоў. Першая з іх, аб якой захаваліся звесткі ў гісторыі, належыць грэчаскаму вучонаму Эратасфену, які жыў у Александрыі больш чым за дзве тысячы гадоў да нашых дзён.

У Александрыю з'язджаліся з усіх краін вучоныя і падарожнікі. З поўдня Егіпта прыходзілі караваны купцоў. Усе расказвалі аб бачаных імі незвычайных з'явах.

Як відаць, ад купцоў, якія прыязджалі з поўдня, Эратасфен і даведаўся, што ў горадзе Сіене ў дваццатых числах чэрвеня сонечныя праменні асвятляюць дно калодзежаў.

Значыць, Сонца стаяла тады над Сіенай у зеніце. У Александрыі-ж у гэты час яно было, згодна вымярэння Эратасфена, на 7 градусаў 12 мінут ніжэй.

Праменні зроку ў напрамку на Сонца з абодвух гэтых пунктаў можна лічыць паралельнымі, таму што Сонца знаходзіцца на велізарнай адлегласці ад Зямлі.

Але з вертыкальнай лініяй яны складаюць розныя вуглы: у Сіене напрамак на Сонца супадае з ёй, а ў Александрыі складае вугал у 7 градусаў 12 мінут.

Гэта адбываецца таму, што плоскасць гарызонта ў Александрыі пад такім-жа вуглом нахілена да плоскасці гарызонта ў Сіене.

Лёгка бачыць, што дуга мерыдыяна паміж Александрыяй і Сіенай змяшчае столькі-ж градусаў, колькі гэты вугал, гэта значыць роўна $^1/_{50}$ частцы мерыдыяна.

Значыць, адлегласць паміж гэтымі гарадамі таксама роўна $^1/_{50}$ акружнасці Зямлі, вырашыў Эратасфен.

Значна цяжэй было вызначыць, якая-ж даўжыня гэтай дугі мерыдыяна ў лінейных мерах.

Не маючы магчымасці самому вымераць адлегласць ад Александрыі да Сіены, Эратасфен павінен быў задаволіцца тым, што ведалі аб гэтым вадзіцелі гандлёвых караванаў.

Лічылася, што ад Сіены да Александрыі 5000 егіпецкіх стадый. Прыняўшы гэтую велічыню за даўжыню $^1/_{50}$ часткі мерыдыяна, Эратасфен зрабіў вывад, што акружнасць Зямлі роўна 250 000 стадый.

Часта пытаюцца: якую-ж памылку зрабіў Эратасфен у вымярэнні Зямлі? Пры гэтым выказваюць розныя меркаванні аб даўжыні егіпецкай стадыі ў нашых мерах, параўноўваюць 250 000 стадый з сапраўднай даўжынёй акружнасці Зямлі, роўнай 40 000 кіламетраў.

Аднак усе гэтыя дапушчэнні і параўнанні бязмэтны.

Эратасфен вымераў толькі вугал паміж зенітам і становішчам Сонца ў поўдзень, а адлегласці паміж Сіенай і Александрыяй ён не вымяраў. Таму можна гаварыць толькі аб памылцы ў вымярэнні вышыні поўдзённага Сонца, а не ў вызначэнні ім даўжыні акружнасці Зямлі.

У сапраўднасці поўдзённае Сонца ў дваццатых числах

чэрвеня ў Александрыі знаходзілася ў той час на адлегласці 7 градусаў 7 мінут ад зеніта.

Значыць Эратасфен памыліўся ў вымярэнні вугла на 5 мінут або на $^1/_{85}$ частку яго, гэта значыць на 1,2 працэнта.

Калі-ж 250 000 стадый адрозніваюцца ад сапраўднай даўжыні акружнасці Зямлі на большую велічыню, дык у гэтым ён не вінаваты, таму што адлегласці паміж Сіенай і Александрыяй ён не вымяраў.

Ды не так ужо лёгка і вымераць нават невялікую дугу мерыдыяна ў некалькі градусаў.

Кожны яго градус — даўжынёю больш 110 кіламетраў. Вымяраючы яго, прышлося-б перасякаць узгоркі, яры, балоты, рэкі і іншыя перашкоды.

Але вучоныя ўсё-ж спрабавалі рабіць такое вымярэнне.

Больш чым праз тысячу гадоў пасля Эратасфена два арабскія астраномы адправіліся для гэтага на плоскую раўніну ў поўночнай Месапатаміі.

Выбраўшы пункт для пачатку вымярэння, яны вызначылі ў ім вышыню Палярнай зоркі.

Затым адзін астраном са сваімі памочнікамі рушыў павольна на поўнач, а другі — на поўдзень. Праходзімую адлегласць яны прамяралі ўзятымі з сабой шастамі аднолькавай даўжыні.

Вучоны, які рухаўся на поўдзень, павінен быў спыніцца, калі Палярная зорка знізіцца на адзін градус. Пайшоўшым на поўнач трэба было дайсці да месца, дзе Палярная зорка будзе стаяць на столькі-ж вышэй.

Значыць, кожны з астраномаў павінен быў вымераць шастамі дугу мерыядыяна ў адзін градус.

Можна ўявіць сабе, колькі трэба было затраціць часу і сіл, каб прамераць шастамі больш 110 кіламетраў.

Але арабскія астраномы зрабілі гэта.

У гэтым выпадку сапраўды можна было-б цікавіцца, наколькі правільна было зроблена імі гэтае вымярэнне.

Міналі вякі, але ніхто больш не рабіў новага вымярэння Зямлі. Толькі пасля звароту з кругасветнага плавання карабля эскадры Магелана зноў узнікла цікавасць да гэтага пытання.

Працягласць падарожжа Магелана паказала, што Зямля большай велічыні, чым лічылі тады географы. Няведанне-ж сапраўдных размераў яе прыводзіла-б да па-

мылак пры арганізацыі далёкіх і кругасветных падарожжаў.

Тады не толькі вучоныя, але і купцы — уладальнікі гандлёвых флатыліяў — зацікавіліся размерамі нашай планеты. Пагэтаму або з якой-небудзь іншай прычыны, малады ўрач Жан Фернель, аматар астраноміі, задумаў у 1525 годзе паўтарыць вымярэнне градуса мерыдыяна.

Гэта была смелая задума, паколькі ў Фернеля не было ні сродкаў, ні памочнікаў.

Фернель хацеў вызначыць лік градусаў у невялікай частцы парыжскага мерыдыяна па вышыні поўдзённага Сонца.

А вышыня поўдзённага Сонца ў кожным пункце зямной паверхні штодзённа мяняецца. Летам яна найбольшая, а зімой — найменшая.

Значыць, параўноўваць трэба вышыні Сонца, вымераныя ў адзін і той-жа дзень.

Але не мог-жа ён зрабіць гэтае вымярэнне адначасова ў двух пунктах на адлегласці больш 100 кіламетраў адзін ад другога!

Аднак Фернель, які добра ведаў астраномію, знайшоў выхад.

Фернель выехаў у экіпажы з Парыжа, узяўшы з сабой астранамічныя табліцы. Ён ехаў па дарозе на поўнач і штодзённа вымяраў вышыню поўдзённага Сонца. З табліц-жа ён ведаў, якая ў гэты момант вышыня Сонца ў Парыжы.

Калі-ж Фернель прыбыў у Ам'ен, дык Сонца ў поўдзень стаяла на адзін градус ніжэй, чым у сталіцы.

Значыць, Ам'ен ляжыць на адзін градус поўночней Парыжа.

Цяпер трэба было вырашыць самую цяжкую частку задачы — вымераць адлегласць паміж Ам'енам і Парыжам.

Фернель вельмі дасціпна вырашыў яе. Ён праехаў назад усю адлегласць паміж гэтымі гарадамі крокам, ліча чы абароты экіпажнага кола.

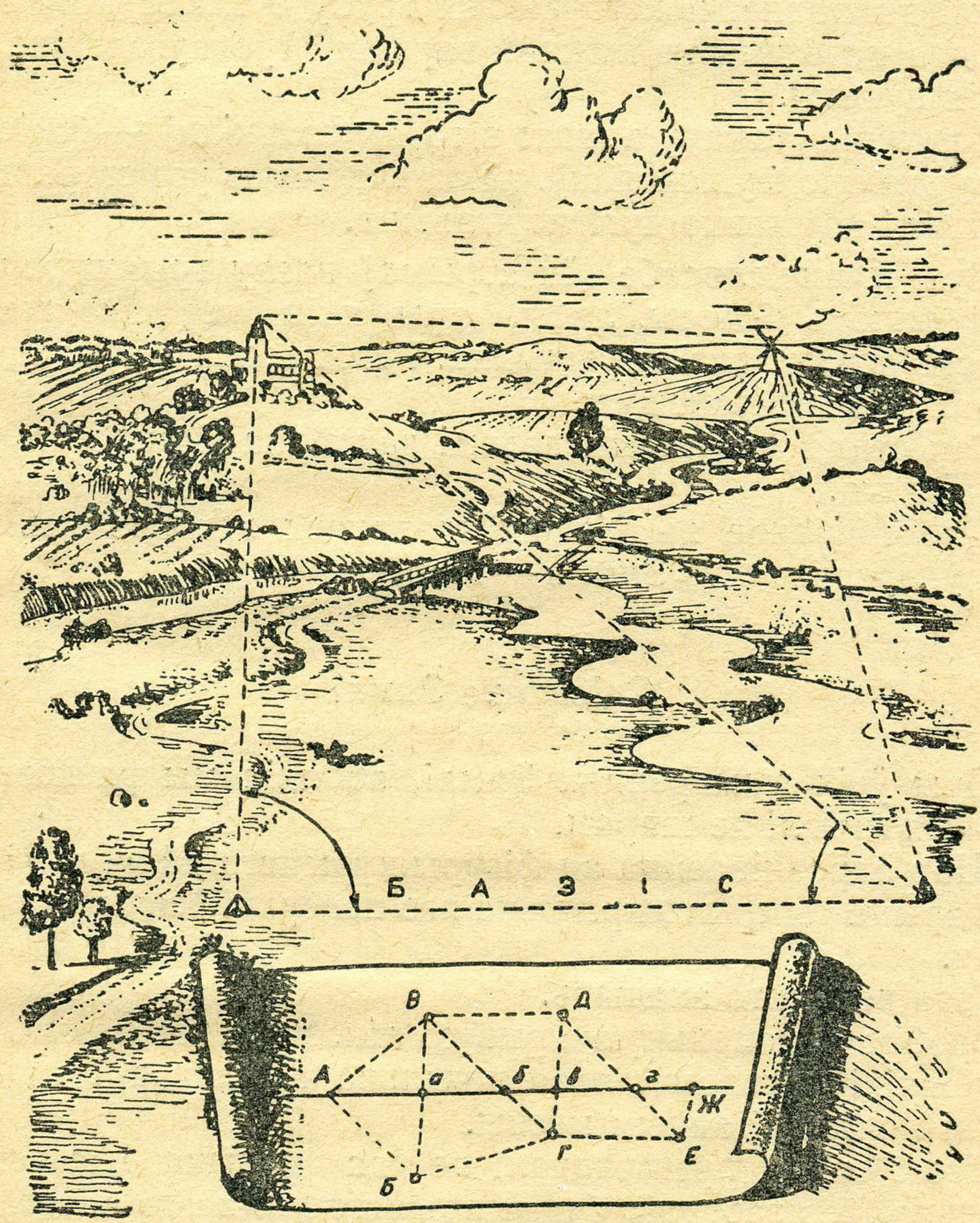
Як ні стамляюча было ехаць некалькі дзён, не спускаючы вачэй з кола, Фернель вытрымаў гэтае выпрабаванне. Яго цярпенне было ўзнагароджана. Непазбежныя памылкі такога вымярэння, як відаць, выпадкова не перашкодзілі яму досыць дакладна вызначыць даўжыню аднаго градуса мерыдыяна.

Аднак нельга-ж пры вырашэнні пытання аб размерах

Зямлі пакладацца на шчаслівы выпадак! Да таго-ж для дакладнасці было-б вельмі важна вымераць дугу большай велічыні.

Але непасрэднае вымярэнне адлегласцей у некалькі соцень кілометраў зусім ужо немагчыма.

Вучоныя пачалі прыдумваць, як перамагчы гэтую цяжкасць. І вось ім, праз сто гадоў пасля таго як Жан Фер-



Трыянгуляцыйная сетка на мясцовасці і на схеме.

нель лічыў абароты кола экіпажа, удалося вырашыць стаяўшую перад імі цяжкую задачу.

Замест доўгай дугі мерыдыяна пачалі вымяраць кароткую лінію (базіс), выбраную на роўнай мясцовасці.

Гэты базіс можна вымераць вельмі дакладна мернымі стужкамі або брусамі, пакладзенымі ўздоўж яго.

Канцы базіса звязваюцца ўяўнымі лініямі з высокімі пунктамі ўздоўж дугі мерыдыяна і з канцамі гэтай дугі.

Утвараецца сетка трохвугольнікаў. Стараной аднаго з іх з'яўляецца базіс.

Вуглы ўсіх гэтых трохвугольнікаў можна вымераць вельмі дакладна, накіроўваючы трубу вугламернага інструмента на бачныя з кожнай вяршыні трохвугольніка два другія пункты.

Ведаючы старану аднаго з трохвугольнікаў — базіс — і ўсе вуглы трохвугольнікаў, лёгка вылічыць усе стораны іх, а затым і даўжыню дугі мерыдыяна.

Пры гэтым спосабе (ён атрымаў назву трыянгуляцыі) не спыняюць балоты, лясы, яры, якія перашкаджаюць прайсці ўздоўж дугі мерыдыяна. Трэба толькі пабываць на канцах вымяраемай дугі.

Так стала магчымым вельмі дакладна вызначыць размеры Зямлі.

Даследаванне яе фігуры здавалася закончаным. Усе былі ўпэўнены, што Зямля — шар.

Сціскание Зямлі

Пры ўсіх вымярэннях Зямлі, аб якіх мы расказвалі, вучоныя лічылі яе шарам.

Шар адрозніваецца ад фігуры курынага яйка, дыні або мандарына тым, што крывізна яго паверхні ўсюды аднолькавая.

Гэта вось што значыць.

Зробім кароценькую крывую лінеечку (яе называюць чарцёжнікі лекалам), якая шчыльна прылягла-б да паверхні мячыка ў адным месцы.

Дзе-б мы ні прыкладвалі яе да мячыка, яна ўсюды шчыльна, без зазораў, будзе прылягаць да яго паверхні.

Таму ўсе градусы мерыдыянаў на мячыку аднолькавай даўжыні.

Цяпер возьмем такую лінеечку, якая шчыльна прылягае да паверхні вострага канца яйка, і прыкладзем яе збоку. Паміж яйкам і лінеечкай атрымаецца зазор.

Значыць, на вострым канцы яйка паверхня яго загінаецца больш крута, чым на баках.

Калі мы правядзем мерыдыяны на яйку, іх градусы будуць рознай даўжыні: па канцах яйка карацей, а па баках даўжэй.

Пакуль вучоным не прыходзілі ў галаву такія думкі аб Зямлі, яны вымяралі любы градус мерыдыяна там, дзе гэта было ім зручней. Лічачы Зямлю шарам, яны вызначалі па даўжыні гэтага градуса яе велічыню.

Але калі градусы мерыдыянаў не аднолькавай даўжыні, значыць у адных выпадках размеры Зямлі атрымаліся большыя, а ў другіх меншыя, чым ёсць у сапраўднасці.

І вось праз сто пяцьдзесят гадоў пасля вымярэння Зямлі Фернелем з'явілася сумненне ў тым, што Зямля — правільны шар.

На гэтую думку навёў вучоных... гадзіннік.

Здарылася, што адзін астраном перавёз добравывераны гадзіннік з Парыжа ў Кайену, якая знаходзіцца паблізу экватара.

Там, на яго здзіўленне, гадзіннік пачаў адставаць. Прышлося пакараціць маятнік на 2,8 міліметра, каб паправіць яго ход.

Калі-ж гадзіннік быў перавезены зноў у Парыж, дык ён ужо спяшаўся, і спатрэбілася зноў падоўжыць маятнік на тую-ж велічыню.

Вучоныя і майстры гадзіннікаў губляліся ў здагадках аб прычыне гэтай дзіўнай з'явы.

Магчыма, справа ў тым, што ў Кайене вельмі горача, дапусціў хтосьці з іх.

Ад гарачыні-ж маятнік павінен падаўжацца. А чым ён даўжэй, тым павольней хістаецца, і гадзіннік павінен адставаць.

Але просты разлік паказаў, што падаўжэнне стрыжня маятніка ад гарачыні ў Кайене вельмі нязначнае. Вось калі-б у Кайене было таксама горача, як у духоўцы печкі, дык маятнік, бадай, падоўжыўся-б на 2—3 міліметры і можна было-б гэтым растлумачыць адставанне гадзінніка.

Трэба было знайсці іншую прычыну, якая запавольвае хістанне маятніка.

І на яе хутка ўказалі вучоныя.

Паколькі Зямля верціцца, дык на яе паверхні дзейнічае цэнтрабежная сіла. Яна імкнецца аддаліць цела ад восі вярчэння і таму памяншае цяжар цела.

Чым бліжэй да экватара, тым цэнтрабежная сіла большая і тым больш яна аслабляе сілу цяжару. Але чым слабей сіла цяжару, тым больш павольна хістаецца маятнік.

Вось чаму ў Кайене адстае парыжскі гадзіннік.

Аднак Ісаак Н'ютан, які незадоўга перад тым адкрыў закон сусветнага цягацення, даказаў, што і цэнтрабежная сіла не можа цалкам растлумачыць гэтую з'яву.

Ён сцвярджаў, што не толькі цэнтрабежная сіла аслабляе цяжар у Кайене, але і большая адлегласць ад цэнтра Зямлі.

— Зямля — не шар, — заявіў Н'ютан: — яна сціснута ля полюсаў. Яе мерыдыяны — не кругі, а эліпсы.

Таму ў Кайене гадзіннік знаходзіцца далей ад цэнтра Зямлі, чым у Парыжы. А чым далей ад цэнтра Зямлі, тым, па закону цягацення Н'ютана, слабей прыцяжэнне да яго.

Але ў тыя часы закон сусветнага цягацення быў нядаўнім адкрыццём. Яго не прызналі яшчэ тады ўсе вучоныя Еўропы.

Многія французскія вучоныя не згаджаліся з думкай Н'ютана аб сцісканні Зямлі ля полюсаў. Услед за дырэктарам Парыжскай абсерваторыі яны сцвярджалі, што Зямля не сціснута, а выцягнута ўздоўж восі.

З гэтай думкай прыходзілася лічыцца: яна была засвана на вымярэннях градуса мерыдыяна.

Калі Зямля сціснута ля полюсаў, дык мерыдыяны павінны больш крута загінацца паблізу экватара... Значыць, чым далей ад экватара, тым градус мерыдыяна павінен быць даўжэйшым.

Між тым, чым далей ад экватара былі дугі, вымераныя да таго часу Эратасфенам, Фернелем і іншымі вучонымі, тым градус аказваўся карацейшым!

Значыць, Зямля фігурай як быццам-бы павінна быць падобнай да дыні.

Але, апрача гэтых вымярэнняў, якія маглі аказацца і памылковымі, вучоныя Францыі не маглі прывесці іншых доказаў.

Н'ютан-жа сцвярджаў, што, па законах механікі, Зямля, якая верціцца, павінна была абавязкова сплюшчыцца, а не выцягнуцца ўздоўж восі.

Вось якімі меркаваннямі кіраваўся Н'ютан.

Уявіце сабе, што цела Зямлі прарэзана каленчатым каналам. Адзін канец канала выходзіць на паверхню ля

экватара, другі — на полюсе, а калена прыпадае ў цэнтры Зямлі.

Ці будзе вада стаяць на адным узроўні ў абодвух каленах канала, як гэта назіраецца ў сазлучаных сасудах?

Аказваецца, не, і вось чаму.

Частачкі вады ў калене, якое выходзіць ля полюса, не падвяргаюцца цэнтрабежнай сіле, узнікаючай пры вярчэнні Зямлі. У калене-ж, якое выходзіць на экватар, яны знаходзяцца пад дзеяннем гэтай сілы, якая імкнецца аддаліць іх ад восі вярчэння.

Таму паверхня вады ў калене ля экватара крыху аддаліцца ад восі вярчэння, а ў другім калене настолькі-ж апусціцца.

Значыць, калі-б Зямля была вадкай, яна выцягнулася-б крыху ў плоскасці экватара і сплюшчылася ля полюсаў.

Н'ютан, як і іншыя вучоныя таго часу, быў пераконан, што калісьці Зямля была расплаўленым целам.

Значыцца, пры вярчэнні яна павінна была сціснуцца ля полюсаў.

Цяпер мы ведаем, што Н'ютан меркаваў правільна. Сучасная навука нават даказала, што калі-б Зямля і заўсёды была цвёрдай, дык усё-ж пры вярчэнні сціскалася-б ля полюсаў на столькі-ж, на колькі сціснута яна ў сапраўднасці.

Вырашэнне спрэчкі аб фігуры Зямлі было важным не толькі для вучоных.

Уявіце сабе, што людзі лічылі-б Зямлю выцягнутай па восі, а на самай справе яна сплюшчана. Тады месцаразмяшчэнне астраўкоў, мелей і падводных скал наносілася-б няправільна на карты. А гэта выклікала-б частыя караблекрушэнні.

Прышлося французскай акадэміі навук узяцца за вырашэнне гэтага пытання.

Трэба было вымераць градусы мерыдыяна ў палярнай зоне і паблізу экватара. Параўнаўшы даўжыню іх, можна было-б даведацца, дзе мерыдыян загінаецца круцей.

Калі паблізу экватара, дык праў Н'ютан: Зямля, падобна мандарыну, крыху сціснута. У адваротным выпадку, яна выцягнута, падобна дыні.

Было вырашана адправіць дзве экспедыцыі для вымярэння градуса мерыдыяна: адну да экватара, другую ў палярныя краіны.

З краін, ляжачых паблізу экватара, была выбрана поўночна-заходняя ўскраіна Поўднёвай Амерыкі. Туды і павінна была накіравацца адна з экспедыцый.

Многа прыгод прышлося перажыць вучоным, каб дабрацца да месца здымкі. Не адзін раз яны рызыкавалі нават жыццём у гарах у час работ.

Не толькі прырода ставіла перашкоды французскім вучоным, але і іспанцы, якія ўладалі краінай, дзе праводзілася вымярэнне.

Цэлых дзевяць гадоў спатрэбілася экспедыцыі, для таго каб дабрацца на месца работ, зрабіць вымярэнне і звярнуцца назад.

А ў Парыжы яе даўно ўжо чакалі ўдзельнікі другой экспедыцыі, праводзіўшай здымку ў Лапландыі.

І вось надышоў урачысты момант!

Які з градусаў мерыдыяна даўжэй?

Аказалася, што ў Лапландыі ён даўжэй прыблізна на 1 кілометр, чым паблізу экватара.

Такім чынам, Зямля — не шар. Яе мерыдыяны не кругі, а эліпсы. Экватар-жа і паралелі — кругі, у гэтым яшчэ ніхто не сумняваўся.

Такое цела геометры называюць эліпсоідам вярчэння.

Вымяраючы зямлю раней, яе лічылі шарам. Цяпер з'явілася новая задача.

Трэба было вызначыць сціскание Зямлі.

А для гэтага неабходна даведацца, на колькі зямная вось карацей дыяметра экватара.

Тады, па рашэнню Нацыянальнага сходу маладой Французскай рэспублікі, вучоныя прыступілі да вымярэння дугі ў 12 градусаў. Яно было закончана ў 1808 годзе.

Праз восем гадоў было пачата вымярэнне дугі мерыдыяна ў нашай краіне.

Спачатку яно праводзілася па ўласнай ініцыятыве рускага астранома В. Я. Струве, які працаваў тады ў абсерваторыі Дзерпта (цяпер Тарту).

Займаючыся назіраннямі падвойных зорак, В. Я. Струве ў летні час у выглядзе «адпачынку» пачаў пакрываць сеткай трохвугольнікаў усходнюю частку Латвіі і Эстоніі.

Адначасова з ім рускія ваенныя ўлады здымалі карту цяперашняй Літоўскай рэспублікі.

В. Я. Струве і генерал — кіраўнік геадэзічнай здымкі ў Літве — вырашылі аб'еднаць свае работы і прадоўжыць іх на поўнач і на поўдзень.

Геадэзісты злучылі трохвугольнікі Літвы, Латвіі і Эстоніі. Яны перакінулі сетку праз Фінскі заліў.

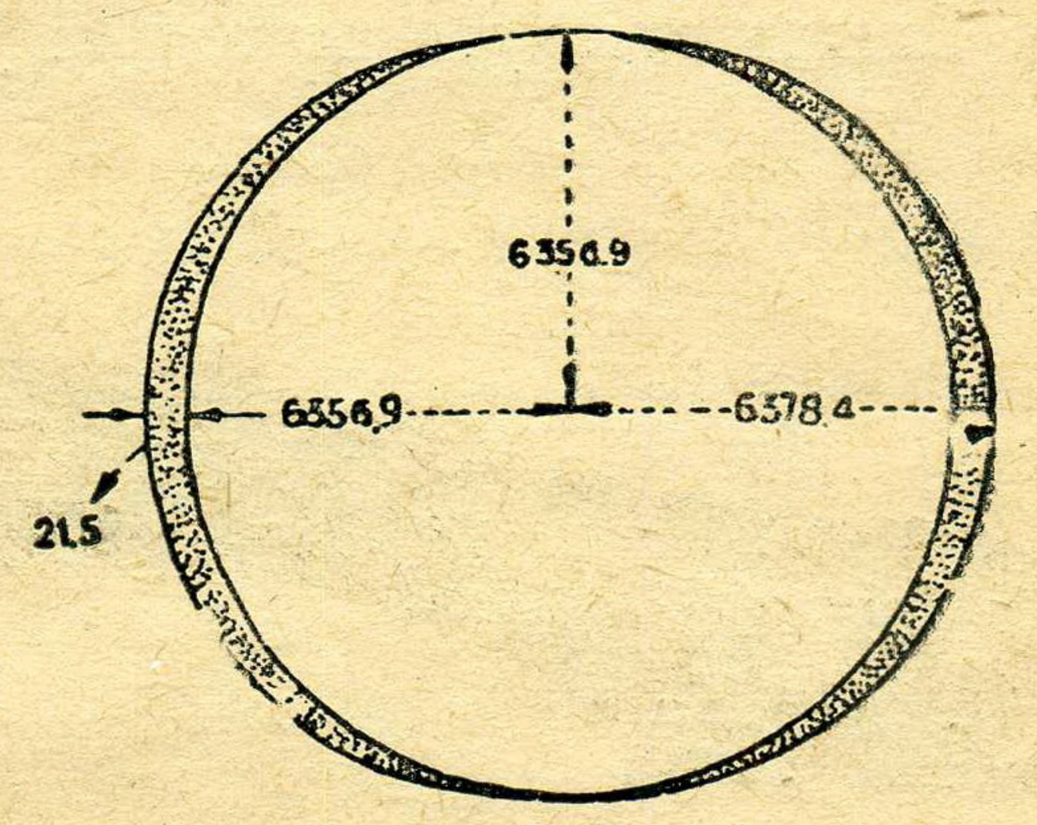
Іх не спынілі цяжкасці дзікай прыроды Запаляр'я, і яны працягвалі здымку да Барэнцава мора.

На поўдні ланцуг трохвугольнікаў быў працягнуты праз непраходныя Пінскія балоты і прадоўжан да самага Дуная.

Дуга мерыдыяна, вымераная В. Я. Струве, заключала ў сабе больш 25 градусаў, гэта значыць раўнялася амаль $^1/_{14}$ частцы акружнасці Зямлі.

Гэта была самая доўгая з дуг, вымераных геадэзістамі XIX века.

Чым даўжэй былі вымяраемыя дугі, тым дакладней можна было вылічыць радыус і сціскание Зямлі. Адно з найдакладнейшых вылічэнняў праведзена і закончана ў 1893 годзе рускім астраномам А. М. Жданавым.



Зямля — эліпсоід.

У цяперашні час вучоныя ўсяго свету прынялі, што вось Зямлі мае даўжыню 12 713,8 кілометра, а дыяметр экватара на 43 кілометры даўжэй.

Вядома, пры такіх велізарных размерах зямнога шара яго сціскание непрыкметна. З вялікай адлегласці Зямля навока здалася-б зусім круглай, якім мы бачым Месяц.

Але пры складанні геаграфічных карт прыходзіцца памятаць, што Зямля — эліпсоід вярчэння.

Калі гавораць, што Зямля — эліпсоід вярчэння, дык прымаюць за яе паверхню акіян.

Што-ж лічыць за зямную паверхню на сухазем'і, дзе ўзвышаюцца высокія горы, цягнуцца глыбокія даліны? Гэтыя-ж няроўнасці скажаюць яе.

Вось калі-б прарэзаць усе мацерыкі па розных напрамках злучаючымі акіяны глыбокімі каналамі, дык узровень вады ў іх быў-бы сапраўднай паверхняй Зямлі.

Калі геадэзісты гавораць аб фігуры Зямлі, яны падразумяваюць пад паверхняй яе іменна ўзровень акіяна і

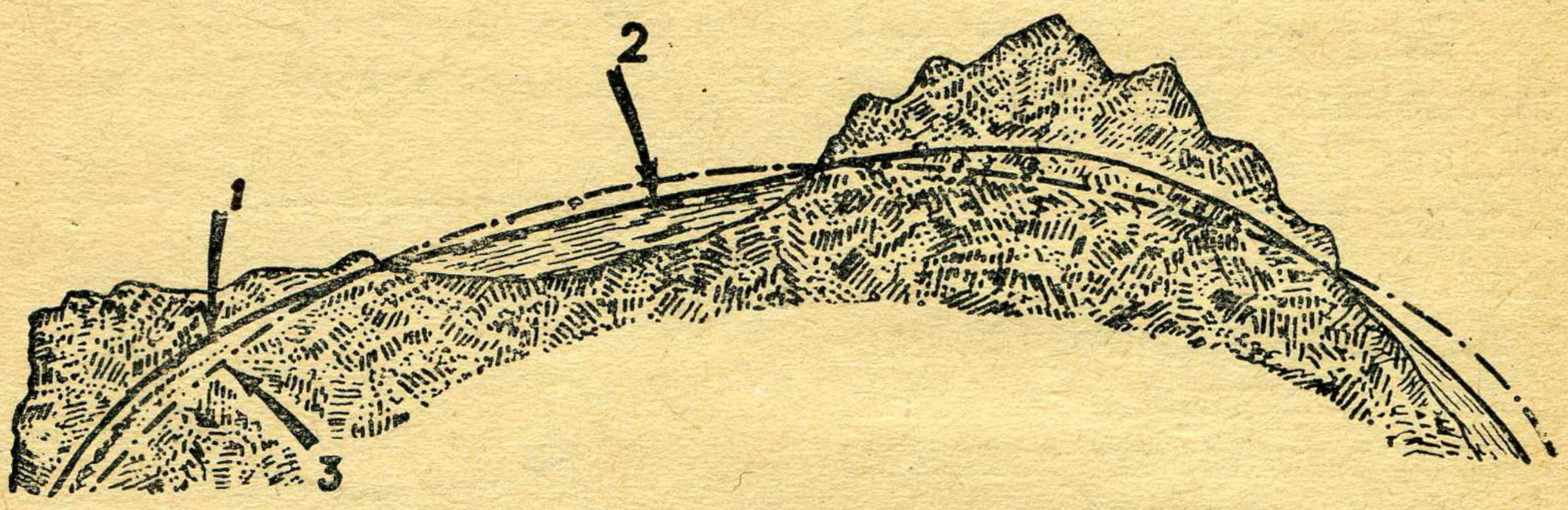
вады ва ўяўных каналах, якія праразаюць ва ўсіх напрамках мацерыкі.

Значыць, гэтая ўяўная водная роўнядзь і ёсць паверхня Зямлі — эліпсоіда вярчэння.

Эліпсоід вярчэння бліжэй да сапраўднай фігуры Зямлі, чым шар. Таму, як выражаюцца матэматыкі, ён з'яўляецца другім «набліжэннем».

Але вучоныя не задаволіліся гэтым. Яны знайшлі ўжо і трэцяе «набліжэнне». Работы совецкіх геадэзістаў пераканаўча даказалі, што Зямля не мае гэтай правільнай формы: яе экватар не круг, а эліпс.

Зямля сціснута не толькі ўздоўж восі, але і ўздоўж



Паверхня Зямлі няроўная. Паверхня геоіда (1) таксама няроўная, але больш плаўная, згладжаная, супадаючая з сапраўднай паверхняй мораў (2). Геаметрычна правільны эліпсоід (3) блізка падыходзіць да геоіда.

аднаго з дыяметраў экватара. Яна мае форму трохвоснага эліпсоіда.

Праўда, гэтае сціскание невялікае — яно ў сто разоў меншае, чым сціскание ўздоўж восі.

Аднак на гэтым не скончылася задача вызначэння фігуры Зямлі.

Дакладныя вымярэнні даказалі, што ўзровень вады ва ўяўных каналах, праразаючых мацерыкі, не супадае і з паверхняй трохвоснага эліпсоіда.

Праўда, розніца невялікая — яна звычайна не перавышае 100—150 метраў, але пры дакладных вымярэннях яе прыходзіцца ўлічваць.

Сапраўдную фігуру Зямлі вучоныя назвалі геоідам.

«Геоід» значыць «цела, якое мае фігуру Зямлі».

Гэтае слова не абазначае фігуру якога-небудзь правільнага геаметрычнага цела.

Як бачым, далёка яшчэ не закончана вывучэнне фігу-

415

ры Зямлі. Прыдзецца яшчэ доўга, участак за ўчасткам, вызначаць становішча паверхні Зямлі — геоіда.

У нашай краіне гэтая работа была пачата па пастанове Совета Працы і Абароны, падпісанай В. В. Куйбышэвым.

Вярчэнне Зямлі

Нялёгка было людзям прымірыцца з шарападобнасцю Зямлі. Але яшчэ больш дзіўнай была думка аб яе вярчэнні.

Адкуль-жа яна магла ўзнікнуць?

Мы-ж не адчуваем ніякага руху Зямлі. Нерухома ўзвышаюцца горныя вяршыні. Надзейнай апорай з'яўляецца грунт пад нашымі нагамі найвялікшым збудаваннем чалавека.

Калі-б густыя воблакі заўсёды скрывалі ад нас пазазямныя целы — Сонца, Месяц і зоркі, — нішто не выдавала-б руху Зямлі.

У гэтым выпадку мы знаходзіліся-б у становішчы пасажыраў каюты судна, якое плаўна, без усякага штуршка, адносіцца плынню ракі.

На стале, не расплёскваючыся, стаяць шклянкі з чаем. У нерухома вісячай клетцы скача па жэрдачках птушка. Хлопчык, які гуляе з мячом, падкідае і ловіць яго таксама, як гэта ён рабіў-бы і на беразе.

У пасажыраў каюты не было-б і падазрэння, што ўвесь іх маленькі свет знаходзіцца ў руху.

Але, выглянуўшы ў акно, убачыўшы як-бы плывучыя міма дрэвы, яны зразумелі-б што іх судно рухаецца.

Чаму-ж пасажыры судна адразу здагадваюцца аб уласным руху?

Таму, што яны, знаходзячыся на беразе, не раз бачылі плывучыя міма судны.

У іншым становішчы жыхары Зямлі.

Яны ніколі не бачылі сваё «судно» збоку. Не адчуваючы ніякага руху глебы пад нагамі, яны ўпэўнены ў сваёй нерухомасці.

Бачачы сутачнае вярчэнне свяціл, старажытныя назіральнікі вырашылі, што неба — унутраная паверхня верцячайся цвёрдай сферы (полага шара). Зоркі-ж прымацаваны да яе наглуха, нагадваючы сабой плешкі ўбітых залатых цвікоў.

Нават славуты Кеплер, які адкрыў законы руху планет вакол Сонца, верыў у існаванне зорнай сферы «з лёду або з крышталю».

Аднак пры дапамозе вярчэння цвёрдай нябеснай сферы можна было растлумачыць толькі сутачнае вярчэнне зорак.

Між тым на працягу сутак абыходзяць вакол Зямлі і Сонца, і Месяц, і планеты.

А гэтыя-ж целы не могуць быць «прымацаваны» да зорнай сферы, таму што яны перамяшчаюцца сярод нерухомых зорак.

Сонца на працягу года робіць свой кругавы шлях па небе, наведваючы па чарзе адно за другім сузор'і Задыяка.

Месяц праходзіць гэты шлях на працягу месяца.

Планеты таксама рухаюцца з захаду на ўсход сярод зорак. Чаму-ж і гэтыя целы, якія самастойна рухаюцца па небе, удзельнічаюць у сутачным вярчэнні зорнай сферы?

Міжволі паўстае пытанне: ці не абманлівае агульнае вярчэнне ўсіх пазазямных цел вакол Зямлі?

Магчыма, у сапраўднасці рухаецца сама Зямля, а нам толькі здаецца, што ўсе бачныя целы Сусвету абарачаюцца вакол нас?

Але калі такую думку выказаў больш двух тысяч гадоў таму назад адзін александрыйскі астраном, ён выклікаў на сябе гнеў жрацоў, і яго абвінавацілі ў бязбожжы.

Гэты папярэднік Капернікa не знайшоў падтрымкі і ў астраномаў старажытнасці.

— Калі-б вярцелася Зямля, — гаварылі старажытныя вучоныя, — дык птушкі, якія ўзляцелі ў паветра, адставалі-б ад зямной паверхні. Не ўтрымаліся-б каменні і іншыя прадметы, якія свабодна ляжаць на ёй.

На гэтыя пярэчанні нічога не маглі адказаць вучоныя, якія калісьці дапускалі думку аб вярчэнні Зямлі.

Сам вялікі Капернік, які ўпершыню правільна растлумачыў будову сонечнай сістэмы, не мог-бы абвергнуць гэтыя пярэчанні.

Толькі тады, калі Галілео Галілей, які жыў пазней за яго, адкрыў закон інерцыі, стала зразумелым, чаму вада, паветра і ўсе прадметы, не звязаныя з зямной паверхняй, застаюцца на месцы: усе яны ўдзельнічаюць у руху Зямлі.

Нават птушкі, якія ўзнімаюцца ў паветра, працяг-

ваюць па інерцыі ўдзел у вярчальным руху Зямлі, таксама як лятаючыя ў каюце судна мухі рухаюцца разам з ім па цячэнню ракі.

Тлумачачы, чаму на паверхні Зямлі мы не заўважаем яе вярчэння, Галілей нават звярнуўся да прыкладу плывучага судна.

«Замкніцеся з кім-небудзь з вашых сяброў у вялікай каюце пад палубай якога-небудзь карабля, — пісаў ён, — і зрабіце так, каб у ёй былі мухі, матылі і іншыя лятаючыя насякомыя; вазьміце таксама вялікую пасудзіну з вадой і рыбак унутры яе; прымайструйце яшчэ якую-небудзь пасудзіну вышэй, з якой вада падала-б кроплямі ў другую, ніжнюю пасудзіну з вузкай шыйкай; і пакуль карабель стаіць нерухома, назірайце ўважліва, як гэтыя насякомыя будуць з аднолькавай хуткасцю лятаць па каюце ў любым напрамку; вы ўбачыце, як рыбкі пачнуць рухацца абыякава ў напрамку якой угодна часткі краю пасудзіны; усе кроплі вады, падаючы, будуць пападаць у пасудзіну, падстаўленую знізу.

Калі вы добра заўважыце ўсе гэтыя з'явы, дайце рух караблю і прытым з якой хочаце хуткасцю, тады (калі толькі рух яго будзе роўнамерным, а не хістаючымся туды і сюды) вы не заўважыце ніякай розніцы ва ўсім, што было апісана, і ні па адной з гэтых з'яў вы не зможаце ўпэўніцца, рухаецца карабель або стаіць нерухома... Тое-ж самае павінна адбывацца і на зямным шары...»

Так Галілей даказваў, што сапраўды Зямля можа вярцецца, хоць мы і не заўважаем яе руху.

У той час вучэнне Каперніка ўжо было прызнана царквой небяспечным, супярэчачым «свяшчэннаму пісанню».

Інквізіцыя аддала Галілея пад суд. Састарэламу вучонаму пагражалі жахлівым катава́ннем. Патрабавалі, каб ён адмовіўся ад вучэння аб руху Зямлі.

Вучоны быў прыгаворан да пажыццёвага бязвыездна знаходжання ў загарадным доміку, дзе ён быў пад пастаянным наглядам інквізітараў. Яму перашкаджалі нават мець пісьмовыя зносіны са знешнім светам.

Так баялася царква пашырэння ведаў сярод шырокіх мас.

Але, як мы ўбачым далей, вучэнне Каперніка набывала ўсё больш прыхільнікаў.

Але Галілей быў не зусім правы, сцвярджаючы, што, знаходзячыся на паверхні Зямлі, мы не можам адкрыць яе руху: калі-б мы нават ніколі не бачылі пазазямных цел, можна было-б усё-ж даведацца, што Зямля верціцца.

Уявіце сабе, што з гарматы на Поўночным полюсе артылерыст стрэліў у гарызантальным напрамку ў цэль, якая знаходзіцца на адлегласці 120 кілометраў ад яго.

Гэта магчыма было-б зрабіць, калі-б гармата выкідала ядро з хуткасцю 8 кілометраў у секунду, а паветра не аказвала-б супраціўлення ляцячаму ядру.

Як-бы здзівіўся артылерыст, убачыўшы, што ён груба прамахнуўся: ядро праляцела-б на 135 метраў на захад ад цэлі!

Каб стрэл быў удачным, яму трэба было-б наводзіць гармату не прама ў цэль, а на 135 метраў на ўсход ад яе.

Прычына гэтага — вярчэнне Зямлі.

Ядро на полюсе не захапляецца вярчэннем Зямлі на ўсход. А цэль на адлегласці 120 кілометраў ад яго рухаецца з захаду на ўсход з хуткасцю амаль 9 метраў у секунду.

На працягу пятнаццаці секунд палёту ядра яна паспявае перамясціцца на 135 метраў на ўсход.

Ядро-ж па інерцыі ляціць проста на поўдзень і адстае ад руху зямной паверхні. Таму яно і праляціць больш на захад ад цэлі.

Калі-б за палётам ядра назіраў хто небудзь «збоку», ён убачыў-бы такі малюнак: ядро ляціць прама, а цэль адыходзіць на захад ад напрамку палёту ядра.

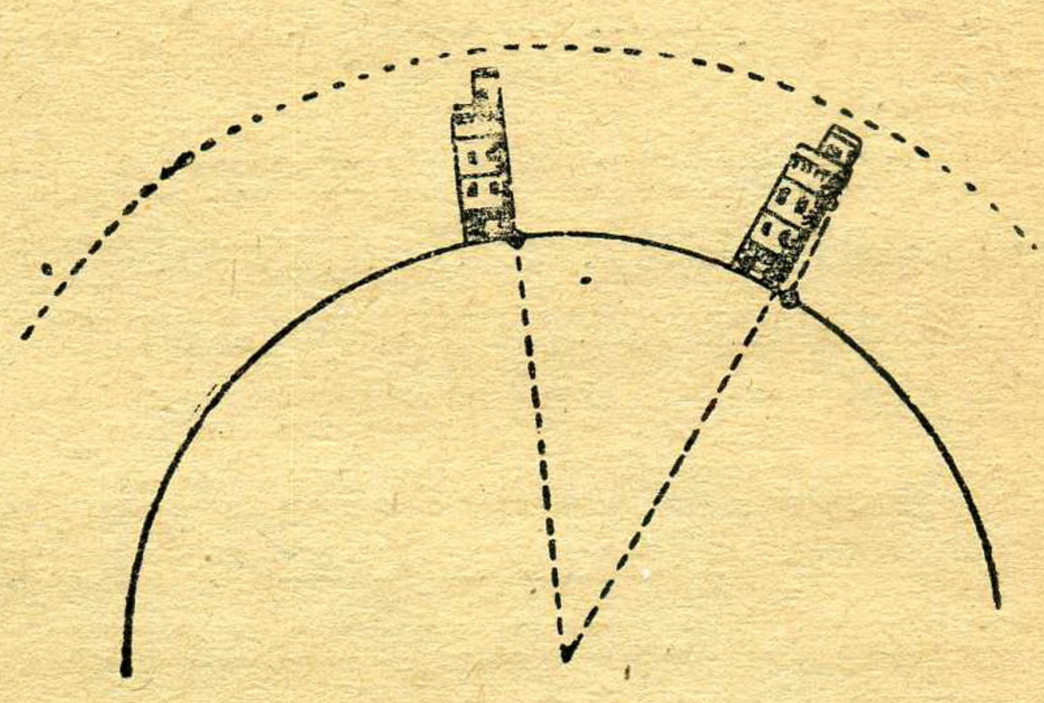
Нам-жа на Зямлі здалося-б, што ядро рухаецца не на поўдзень, як цэліцца артылерыст, а на поўднёвы захад.

Гэта — уяўны дослед, які мы не можам зрабіць. Але на зямной паверхні ў выніку вярчэння Зямлі назіраюцца нязначныя адхіленні рухаючыхся прадметаў, падобныя адхіленню ляцячага ядра ў апісаным доследзе.

Яго адчуваюць, напрыклад, частачкі вады цякучых рэк.

Калі рака цячэ ад полюса да экватара, дык частачкі вады адстаюць ад вярчэння Зямлі. Таму яны падтачваюць заходні бераг больш, чым усходні.

Частачкі вады ў рэках, якія цякуць ад экватара да полюсаў, наадварот — пераганяюць зямную паверхню. Яны падтачваюць усходні бераг ракі.



Адхіленне шарыка, падаючага з вежы.

Так тлумачыў перамяшчэнне рэчышча ракі рускі вучоны К. М. Бэр.

Ёсць і іншы доказ вярчэння Зямлі.

Кідаючы невялікія металічныя шарыкі з высокай вежы, можна заўважыць, што яны пры падзенні крыху адхіляюцца на ўсход.

Вяршыня-ж вежы рухаецца ў выніку вярчэння Зямлі з большай хуткасцю, чым яе падэшва. Шарык, які падае, па інерцыі захоўвае гэтую хуткасць. Таму ён пераганяе зямную паверхню і крыху адхіляецца на ўсход.

Але самы цікавы доказ вярчэння Зямлі даў дослед з маятнікам.

Упершыню такі дослед быў пастаўлен у сярэдзіне мінулага века ў Парыжы. У 1931 годзе ён быў паўтораны совецкімі фізікамі ў Ленінградзе. Яны падвесілі пад купалам былога Ісаакіеўскага сабора цяжкі груз, вастрыё якога пры хістаннях прачэрчвала на пяску лінію.

Назіраючы на працягу некаторага часу за гэтым маятнікам, можна было бачыць, як плоскасць яго хістанняў паварачваецца па руху гадзіннікавай стрэлкі, гэта значыць з усходу на захад.

Эфектней за ўсё гэты дослед быў-бы на самым полюсе.

Уявіце сабе, што на полюсе хістаецца на доўгім дроце цяжкі шар.

Назіраючы за ім, мы хутка заўважылі-б, што гэты маятнік мяняе напрамак хістанняў; калі ён хістаўся ў напрамку на якую-небудзь зорку, дык будзе рухацца следам за сутачным рухам яе над гарызонтам.

Зоркі на полюсе ўтвараюць на працягу сутак кругавы рух, застаючыся на адной і той-жа вышыні над гарызонтам.

З той-жа хуткасцю следаваў-бы за імі і маятнік, мяняючы напрамак хістанняў кожную гадзіну на 15 градусаў.

Ужо гэтая дзіўная «цяга» маятніка да зоркі наводзіць на думку, што змяненне напрамку хістанняў маятніка — уяўная з'ява, якая залежыць ад вярчэння самой Зямлі.

Просты дослед даказвае, што не маятнік мяняе напрамак хістанняў, а Зямля паварачваецца пад ім.

Возьмем маятнік у выглядзе грузіка на тонкай ніці, устаноўлены на дошчачцы. Паварачваючы дошчачку ў час хістанняў маятніка, мы заўважым, што ён не мяняе напрамку хістанняў: калі маятнік хістаўся ў напрамку, скажам, правага вугла пакоя, дык і пры паварочванні дошчачкі ён будзе хістацца таксама.

Цяпер уявіце сабе назіральніка, які стаіць на дошчачцы і не ведае аб вярчэнні глебы пад нагамі.

Гэты ўяўны назіральнік быў-бы ўпэўнены ў тым, што маятнік мяняе напрамак хістанняў.

Назіраючы адхіленні хістанняў маятніка на зямной паверхні, мы таксама лічым нерухомай глебу пад сваімі нагамі; таму нам здаецца, што маятнік паварачваецца за зоркай.

Назіральнік, які знаходзіцца ў баку ад Зямлі, убачыў-бы, што маятнік хістаецца, не мяняючы напрамку. Зямля-ж верціцца пад ім.

Вакол Сонца

Даведаўшыся аб вярчэнні Зямлі, нам лягчэй уявіць сабе, што яна рухаецца ў прасторы.

Вядома, і гэты рух не адчуваецца нашымі органамі пачуццяў. Яго нельга даказаць ні падзеннем шарыкаў з вежы, ні назіраннем хістанняў маятніка.

Толькі сочачы за перамяшчэннем Сонца і планет сярод нерухомых зорак, можна пераканацца ў руху самой Зямлі.

Заўважце ўвечары, гадзіны праз дзве пасля захаду Сонца, якую-небудзь зорку, ярка ззяючую высока ў поўднёвай частцы неба. На наступны дзень у тую-ж гадзіну вы знойдзеце яе на тым-жа месцы. Але міне месяц, і гэтую зорку пасля захаду Сонца вы ўбачыце ўжо ніжэй, у заходняй частцы неба, гэта значыць яна стане бліжэй да Сонца.

Але размяшчэнне яе паміж іншымі зоркамі засталося ранейшым. Значыць, не зорка перамяніла месца, а Сонца наблізілася да яе, рухаючыся з захаду на ўсход. Сапраўды, яшчэ праз два-тры месяцы вы зусім не знойдзеце на небе заўважанай зоркі: Сонца настолькі наблізіцца да яе, што яна патоне ў яго праменнях. Пазней гэтая зорка зноў пакажацца на небе, але толькі раніцай, перад усходам Сонца, калі яно міне яе, і таму яна зноў будзе бачнай.

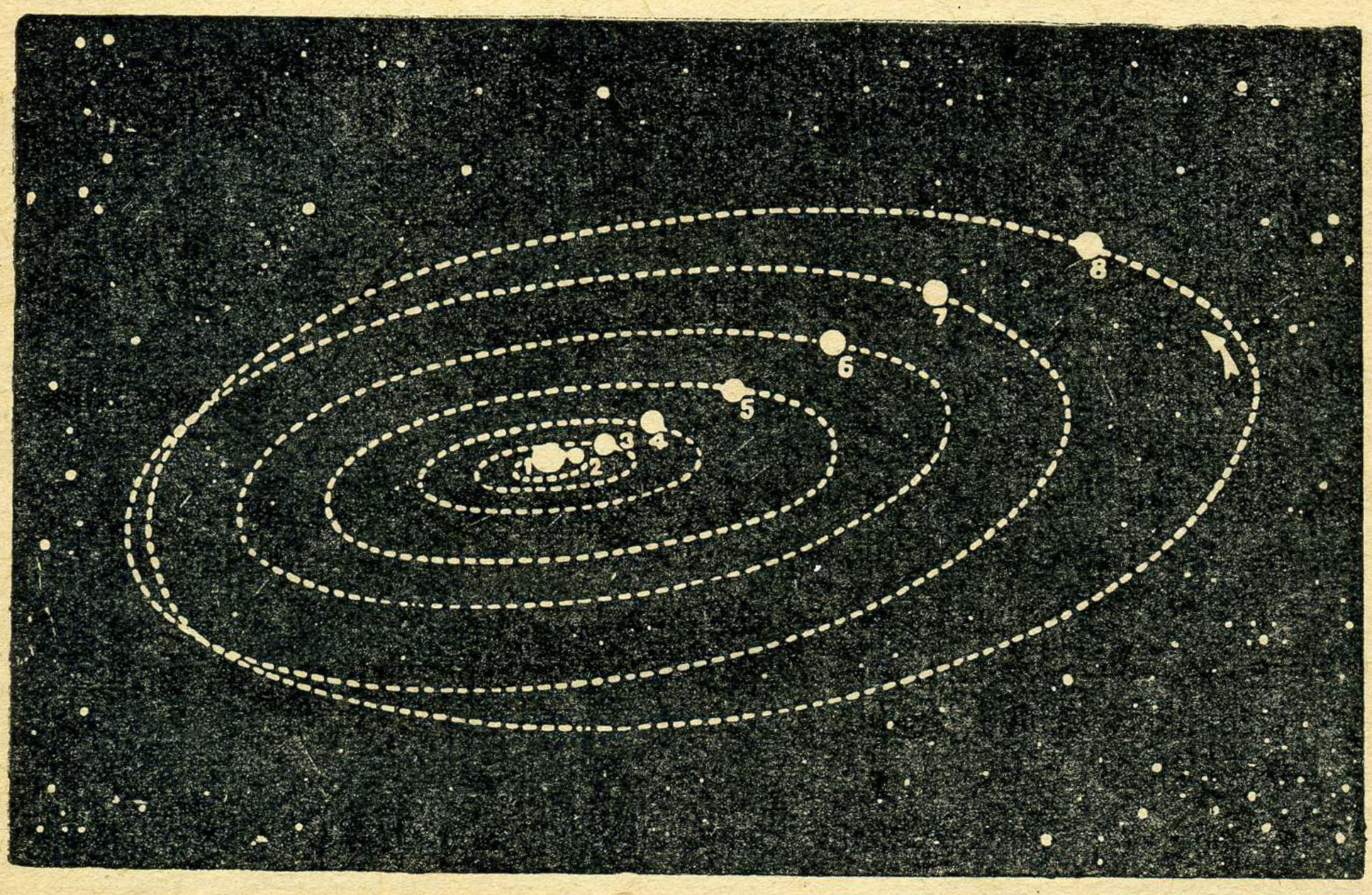


Схема сонечнай сістэмы: 1 — Сонца (бліжэйшыя планеты, якія верцяцца вакол яго — Меркурый і Венера, — на схеме не паказаны); 2 — Зямля; 3 — Марс; 4 — Юпітэр; 5 — Сатурн; 6 — Уран; 7 — Нептун; 8 — Плутон.

Так Сонца рухаецца з захаду на ўсход сярод зорак, робячы поўны круг па небу на працягу года.

Старажытныя вучоныя прыпісвалі гэты рух самому Сонцу. Але яны не маглі сабе ўявіць, каб свабоднае цела рухалася ў прасторы па кругу.

Таму яны думалі, што Сонца прымацавана да верцячайся цвёрдай сферы, у цэнтры якой знаходзіцца Зямля.

Праўда, адзін з іх здагадаўся аб руху Зямлі вакол Сонца.

Гэта быў той самы грэчаскі астраном, які зрабіў дапушчэнне аб вярчэнні зямнога шара.

Але ў тыя часы да яго ідэі вучоныя не маглі аднесціся

сур'ёзна: вельмі яшчэ не падрыхтаваны былі розумы людзей да таго, каб прызнаць рух Зямлі вакол Сонца.

Толькі праз восемнаццаць стагоддзяў вялікі вучоны Нікалай Капернік упэўнена заявіў, што ў цэнтры сонечнай сістэмы знаходзіцца Сонца, а ўсе планеты абарачаюцца вакол яго.

«Тое, што нам уяўляецца, як рух Сонца, — пісаў ён, — адбываецца не ад яго руху, а ад руху Зямлі, разам з якой мы абарачаемся вакол Сонца, як любая іншая планета».

Такое дапушчэнне вельмі добра тлумачыць бачнае перамяшчэнне Сонца сярод зорак.

Зусім відавочна, што шлях Сонца — гэта зямная арбіта, аднесеная на нябесную сферу.

Аднак гэтага простага тлумачэння было яшчэ недастаткова, каб пераканаць вучоных у правільнасці дапушчэння Каперніка.

Але Капернік прывёў і іншыя доказы. Ён, напрыклад, растлумачыў, чаму Марс і Юпітэр бываюць значна ярчэйшымі ў процістаянні з Сонцам, чым у іншы час. Да Каперніка гэты факт быў незразумелы.

Калі-б планеты абарачаліся вакол Зямлі, дык яны былі-б заўсёды на аднолькавай адлегласці ад яе. Значыць, яркасць іх не павінна-б мяняцца.

Іншая справа, калі ўсе планеты разам з Зямлёй абарачаюцца вакол Сонца.

Тады ў час процістаяння знешнія планеты павінны быць бліжэй да Зямлі. Зразумела, што ў гэтым выпадку яны маюць большую яркасць, чым у другі час.

Так Капернік не толькі растлумачыў прычыну бачнага руху Сонца і планет сярод зорак, але і адкрыў сапраўдную будову свету.

Многія вучоныя сталі перакананымі паслядоўнікамі Каперніка. Яны распаўсюджвалі ў зразумелай форме яго вучэнне.

Адкрыццё Каперніка акрыліла розумы людзей. Адзін з яго паслядоўнікаў, філосаф Джардано Бруно, ужо вучыў, што ў Сусвеце ёсць незлічоная колькасць населеных светаў.

Кожная зорка — гэта сонца, акружанае такімі-ж планетамі, як Зямля.

«Нам здаецца, — гаварыў ён слухачам сваіх цікавых лекцый, — што Зямля знаходзіцца ў цэнтры і ў сярэдзіне Сусвету і што яна толькі адна нерухома і замацавана, а

ўсё іншае верціцца вакол яе. Тое-ж самае здаецца тым, якія жывуць на Месяцы і на іншых землях і сонцах, якія знаходзяцца ў гэтай-жа самай прасторы».

Маладыя вучоныя, студэнты прагна ўспрыймалі лекцыі Бруно. Узрастала колькасць прыхільнікаў Каперніка.

Але яго вучэнне было небяспечным для рэлігіі, бо калі рухаецца сама Зямля, а не свяцілы нябёс верцяцца вакол яе, значыць яна — не цэнтр свету.

Параўнальная велічыня Сонца і планет.

Між тым у прызнанай хрысціянскай царквой біблііі проста сказана, што Сонца і ўсе свяцілы нябёс абарачаюцца штосутачна вакол Зямлі.

Каталіцкія і пратэстанцкія царкоўнікі праследавалі прапаведніка новага вучэння. Нарэшце хітрым інквізітарам удалося прывабіць Джардано Бруно ў Італію.

Там ён быў арыштаваны і кінуты ў змрочную, сырую турму. А праз сем гадоў, пасля незлічоных допытаў і катаванняў, спален жывым на кастры на плошчы Рыма ў прысутнасці па́пы — главы каталіцкай царквы.

Але самаадданая барацьба Галілея і Джардано Бруно за ісціну прынесла свае плады. Узмацнела перакананне ў справядлівасці новага вучэння.

У наш час ніхто не сумняваецца, што Зямля, падобна да гіганцкага ваўчка, верціцца вакол восі і ўтварае ў прасторы амаль кругавы шлях, у цэнтры якога знаходзіцца Сонца.

Хістанні зямной восі

Хто ў дзіцячым узросце не забаўляўся, пускаючы ваўчок! Усім вядома, як ён верціцца, хістаючыся з боку ў бок.

Прыглядаючыся больш уважліва, вы ўбачыце, што вось ваўчка, які хістаецца, апісвае ў прасторы конус.

Гэта адбываецца таму, што сіла цяжару імкнецца паваліць ваўчок. Але вярчэнне яго перашкаджае гэтаму, і вось ваўчка апісвае конус.

Законы механікі таксама абавязковы для Зямлі, як і для цацачнага ваўчка.

Калі-б Зямля была шарам, дык вось яе заставалася-б у нязменным становішчы. Яна заўсёды адным канцом паказвала-б амаль дакладна на Палярную зорку. Але Зямля не шар, а эліпсоід вярчэння. Гэтае цела можна параўнаць з правільным шарам, аперазаным па экватару масіўным кальцом таўшчынёю ў 21,5 кілометра.

Месяц імкнецца прыцягнуць экватарыяльнае кальцо, якое падпяразвае Зямлю, у плоскасць сваёй арбіты. Таксама дзейнічае і прыцяжэнне Сонца.

Але вярчэнне Зямлі, як гэта адбываецца і з ваўчком, перашкаджае гэтаму. Вось ваўчка-Зямлі павольна раскачваецца, апісваючы конус з вяршыняй у цэнтры Зямлі. Таму полюс свету (так называецца перасячэнне прадоўжанай восі Зямлі з нябеснай сферай) утварае кругавы шлях сярод зорак.

У наш час ён знаходзіцца паблізу Палярнай зоркі. Праз дванаццаць тысяч гадоў ён перамесціцца ў суседства з яркай зоркай Вегай. Гэтая зорка будзе паказваць маракам таго часу шлях на поўнач. Але яшчэ праз чатырнаццаць тысяч гадоў полюс свету зноў вернецца на цяперашняе яго месца сярод зорак.

Рухаючыся на паверхні конуса, зямная вось адхіляецца ад яе то ў адзін бок, то ў другі. Гэтыя невялікія адхі-

ленні зямной восі падобны да дрыжання цацачнага ваўчка.

Нарэшце, нават становішча восі ў целе Зямлі не застаецца пастаянным. Праўда, гэтае змяненне невялікае: кожны полюс на паверхні Зямлі блукае ўнутры квадрата, старана якога роўна 20 метрам. Але гэтая з'ява зусім рэальная.

Геаграфічная шырата любога пункта на Зямлі заўсёды, хоць і на невялікую велічыню, мяняецца. Гэта даказана перыядычнымі вызначэннямі шырот абсерваторый яшчэ ў канцы мінулага века.

І калі шырата аднаго пункта павялічваецца, дык ў дыяметральна процілеглым яна памяншаецца. Так, вядома, і павінна быць, калі мяняецца становішча восі вярчэння ў целе Зямлі.

Якой-жа рухомай аказалася Зямля, якая здавалася трывалым фундаментам усяго Сусвету! Адкрыццё яе рухаў зусім змяніла светапогляд людзей.

Уяўленні аб свеце складаліся ў старажытнасці і ў сярэднія вякі пад непасрэдным уражаннем уяўнай нерухомасці Зямлі і бачнага руху вакол яе ўсіх цел Сусвету. Гэтыя наіўныя ўяўленні ляжаць і ў аснове біблейскіх легенд. Рэлігійны светапогляд пабудован на прызнанні цэнтральнага становішча Зямлі ў Сусвеце, якім кіруе бог. Багасловы сцвярджалі, быццам-бы «Сусвет створан дзеля чалавека, каб служыць яму; таму чалавек змешчан у цэнтры Сусвету...»

Адкрыццё мізэрнасці размераў Зямлі ў параўнанні з Сусветам і рухаў Зямлі было несумяшчальна з рэлігійным поглядам на становішча яе ў Сусвеце.

Вось чаму Капернік так доўга не адважваўся апублікаваць сваю выдатную працу «Аб абарачэннях нябесных сфер», у прадмове да якой ён гаворыць: «...некаторыя асобы, як толькі даведаюцца, што я ў творы маім аб рухах нябесных сфер дапускаю розныя рухі зямнога шара, без далейшага разгляду асудзяць мяне і мае светапогляды».

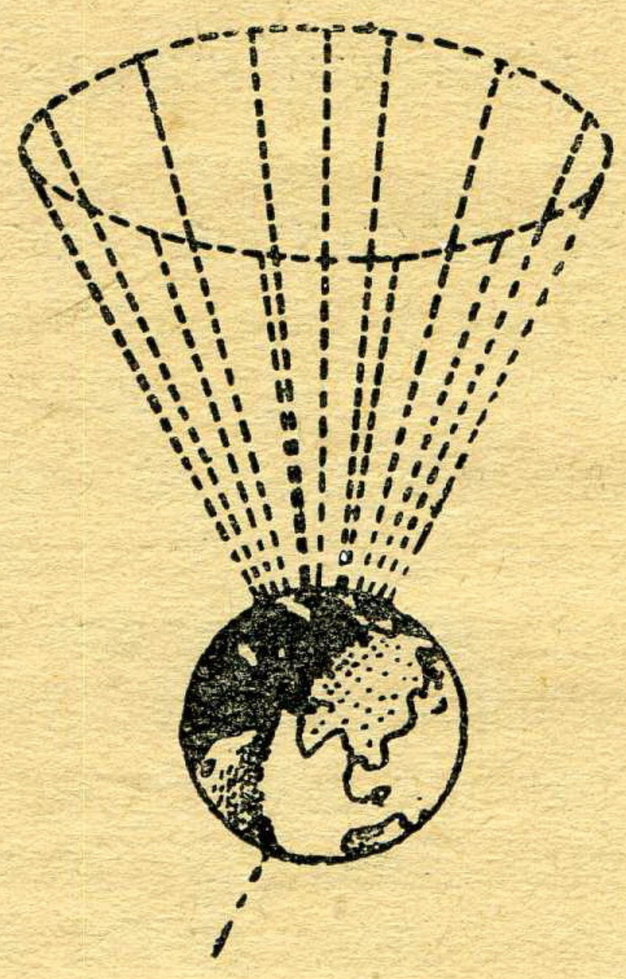
Веданне становішча Зямлі і яе ролі ў Сусвеце, вядома, адразу-ж рабіла немагчымай веру ў біблейскае сказанне аб стварэнні свету.

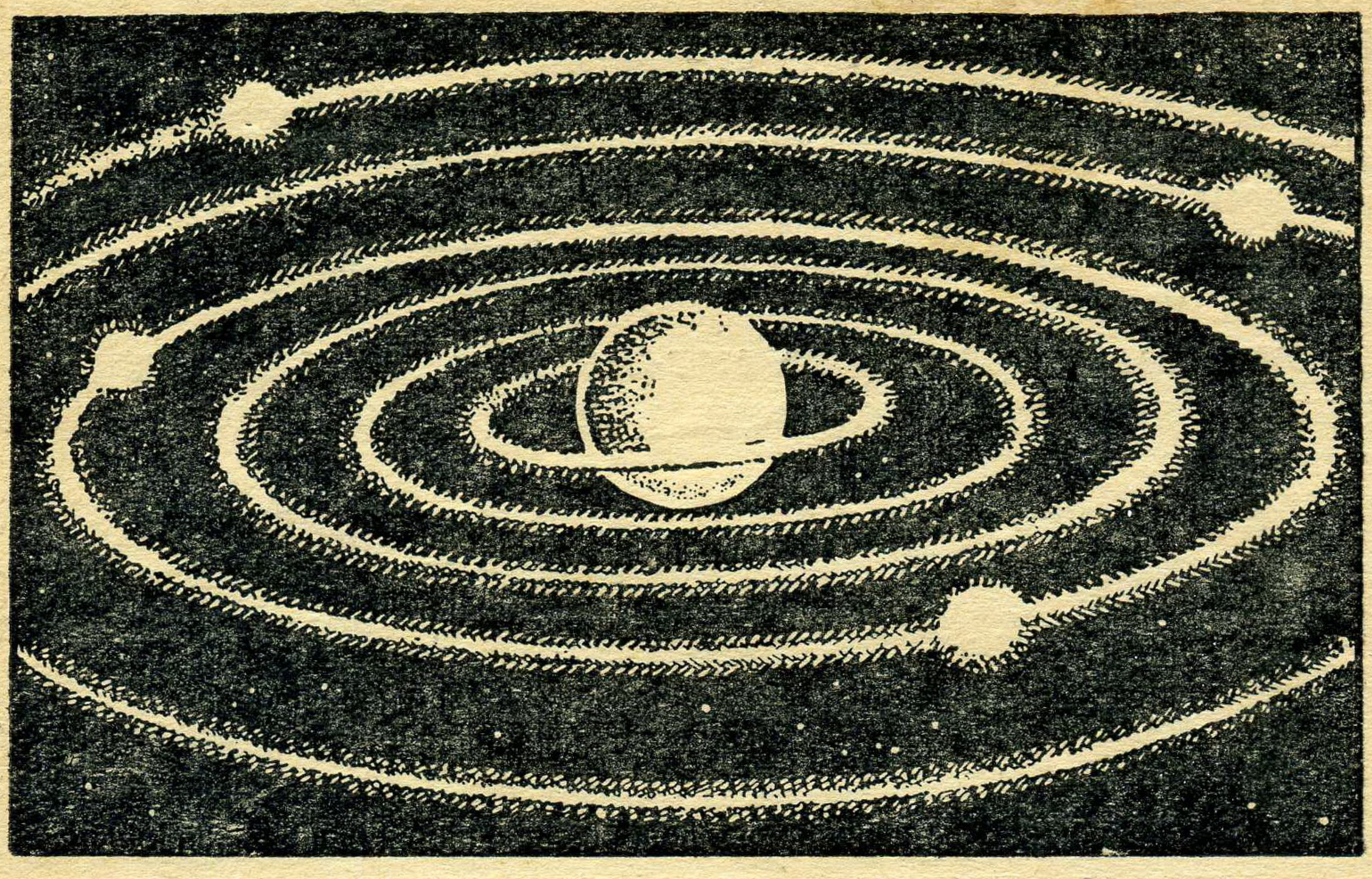
Згодна біблейскай легенды, запазычанай старажытнымі яўрэямі ў вавіланян, увесь свет быў створан «з нічога» на працягу шасці дзён, прычым спачатку сухазем'е было

аддзелена ад вады, а затым бог стварыў Сонца, Месяц і зоркі.

Навука сцвярджае, што матэрыю нельга ні стварыць, ні знішчыць. Таму гаварыць аб стварэнні свету «з нічога» ва ўсякім разе недарэчна.

Рухаючаяся матэрыя існуе вечна: яна — прычына ўсіх з'яў прыроды. Вучоныя і імкнуцца вырашыць пытанне аб тым, як утварыліся з вечна існуючай матэрыі Сонца і акружаючыя яго планеты.





Раздзел 6

ПАХОДЖАННЕ ЗЯМЛІ

«Пырскі» Сонца

Як утварыўся наш свет?

Гэтае пытанне заўсёды цікавіла людзей.

Вельмі проста на яго адказвалі ў старажытнасці: усемагутны бог стварыў свет «з нічога».

Легенда аб стварэнні свету богам, запісаная ў кнізе старажытных яўрэяў — біблii, перайшла і ў хрысціянскую рэлігію.

Але не так думаюць вучоныя.

Яшчэ вялікі М. В. Ламаносаў даказаў, што вешчаство не можа быць ні знішчана, ні створана.

Значыць, вешчаство Зямлі існавала вечна.

Але ці заўсёды Зямля мела выгляд цвёрдай, халоднай планеты? Ці не была яна калі-небудзь распалена, як цяпер Сонца? Ці не аддзялілася вешчаство Зямлі ад Сонца?

Вось пытанні, на якія шукаюць адказу вучоныя.

Першая навуковая здагадка аб паходжанні Зямлі была выказана яшчэ ў сярэдзіне XVIII века.

Тады было ўжо вядома, што не толькі Зямля, але і ўсе планеты разам амаль у тысячу разоў лягчэй за Сонца.

Таму вучоныя і вырашылі, што планеты — пырскі, якія разляцеліся ў прасторы пры сутыкненні Сонца з вялікай каметай.

Сучасны астраном не мог-бы зрабіць такога дапушчэння. Цяпер ужо даказана, што маса кометы зусім нязначная.

Камета, упаўшая на Сонца, умомант згарэла-б, як мошка, трапіўшая ў металургічную печ. Ніякіх «пырскаў», асабліва-ж велічынёй з планету, пры гэтым не магло быць.

Але калі-б Сонца сутыкнулася нават і з вялікім целам, ніякіх планет, як адзначыў наш акадэмік В. Г. Фесенкоў, утварыцца не магло.

Прышлося шукаць іншае тлумачэнне паходжання планет.

«Кольцы» Лапласа

За вырашэнне гэтай задачы ў XVIII веку ўзяўся вядомы матэматык Лаплас. Ён быў адным са стваральнікаў новай тады навукі — нябеснай механікі, гэта значыць вучэння аб рухах касмічных цел пад дзеяннем цягацення паміж імі.

Лаплас лічыў асабліва важным растлумачыць стройнасць рухаў планет і іх спадарожнікаў.

Сонечная сістэма ўяўляе сабой сапраўды здзіўляючую карціну.

Усе планеты рухаюцца амаль у адной плоскасці і ў адзін бок. У тым-жа напрамку яны верцяцца, а вакол іх абарачаюцца іх вялікія спадарожнікі (толькі ў самых далёкіх планет — Урана і Нептуна — іх спадарожнікі абарачаюцца ў адваротным напрамку).

Ці можа такі парадак быць выпадковым?

Па разліку Лапласа, гэта таксама немагчыма, як нельга чакаць, каб манета, падкідаемая тысячы разоў, заўсёды падала адным бокам.

Планеты рухаюцца так згодна, як быццам яны з'яўляюцца часткамі цэльнага касмічнага цела.

Такое дапушчэнне і выказаў Лаплас.

Сонца і планеты, на яго думку, утварыліся з касмічнага газавага воблака, якое вярцелася.

У канцы XVIII века астраномы адкрылі сярод зорак многа слаба свецячыхся плям, названых туманнасцямі. Яны лічылі іх велізарнымі скапленнямі распаленых газаў.

У некаторых туманнасцях былі відаць згусткі вешчаства — магчыма, зачаткі будучых зорак.

У іншых свяціліся сапраўдныя злёгку туманныя зоркі, паміж якімі было рассеяна парадзеўшае вешчаство туманнасці.

Ніякіх змен у туманнасцях, вядома, убачыць было нельга.

Патрэбны многія мільёны гадоў, каб туманнасці прыкметна змяніліся.

Астраномы, вывучаўшыя іх, былі падобны да чалавека, трапіўшага не надоўга ў сад з незнаёмымі яму раслінамі: у яго няма часу, каб прасачыць за развіццём якой-небудзь адной кветкі. Але затое ён бачыць на адным кусце кветкавыя почкі, на другім — бутоны, а на трэцім — кветкі, якія распусціліся.

І астраномы назіралі ў адной туманнасці ледзь прыкметныя згусткі вешчаства, у другой — пачатак утварэння зорак, а ў трэцяй — зоркі, якія разгарэліся.

Так яны прышлі да думкі, што зоркі нараджаюцца ў газавых туманнасцях.

Праўда, пасля выявілася, што большасць туманнасцей — зусім не скапленне газаў, а велізарныя зорныя сістэмы, падобныя да нашага Млечнага шляху.

Але ў прыродзе існуюць і сапраўдныя газавыя туманнасці, якія маглі-б стаць радзімай Сонца з сям'ёй планет.

Лаплас дапусціў, што з падобнай верцячайся туманнасці з моцным згушчэннем у цэнтры і ўтварылася сонечная сістэма.

Зрабіўшы такое дапушчэнне, ён змог растлумачыць, як магло аддзяліцца ад туманнасці вешчаство планет, чаму планеты верцяцца вакол восей і абарачаюцца вакол Сонца і як яны набылі спадарожнікаў.

Туманнасць, якая павольна вярцелася, спрамяняла цяпло ў сусветную прастору і сціскалася.

Пры гэтым, паводле законаў фізікі, яна павінна была вярцецца ўсё хутчэй і сплюшчыцца ўздоўж восі вярчэння.

Сапраўды, у глыбінях сусветнай прасторы ёсць і шарападобныя і сплюшчаныя туманнасці. Некаторыя з іх маюць нават форму зусім плоскіх чачавіц.

Прычына такога змянення формы туманнасці добра вядома.

Чым хутчэй верціцца туманнасць, тым большая цэнтрабежная сіла на яе экватары. Гэтая сіла і расцягвае туманнасць у плоскасці экватара.

Што-ж адбудзецца, калі цэнтрабежная сіла параўнаецца з прыцяжэннем да цэнтра туманнасці?

Відавочна, усе частачкі вешчаства на экватары страцяць вагу.

Тады, як меркаваў Лаплас, ад туманнасці, якая сціскаецца, павінна адстаць паласа газападобнага вешчаства ў выглядзе кальца.

Кальцо спачатку разрываецца на часткі, якія сцягваюцца ў газавыя клубы. Гэтыя згусткі вешчаства рухаюцца па кругавому шляху. Затым яны збіваюцца ў адзіны верцячыйся газавы клуб шарападобнай формы.

Адно за другім аддзяляліся кольцы. Цэнтральная частка туманнасці ўшчыльнялася. Вакол яе рухаліся па кругавых шляхах газавыя клубы — зачаткі будучых планет.

Шарападобныя газавыя клубы, якія вярцеліся, у сваю чаргу, аддзялялі кольцы. Так утварыліся спадарожнікі планет.

Кальцо планеты Сатурн, як быццам знарок пакінутае прыродай, здавалася неабвержна даказвала справядлівасць гэтай гіпотэзы.

Нарэшце, у XIX веку дослед фізіка Плато канчатковa пераканаў усіх у тым, што планеты ўтварыліся з кольцаў туманнасці.

Гэты вучоны апусціў невялікую колькасць аліўкавага масла у сумесь вады і спірту аднолькавай шчыльнасці з маслам. Вадкае масла сцягнулася ў шарык, быццам яго сціскала тонкая гумавая абалонка.

Увёўшы ўнутр маслянага шарыка лёгкі дыск, які верціцца на тонкім стрыжні, ён прывёў яго ў вярчэнне. Шарык сплюшчыўся і стаў падобным да мандарына.

Пры паскоранні вярчэння масла пачало аддзяляцца ад стрыжня і набыло форму верцячагася абруча.

Вучоным часам нават удавалася бачыць, як абруч разрываецца на кавалкі, якія сцягваюцца ў самастойныя шарыкі, што верцяцца вакол сваіх восей.

Усе былі ўпэўнены, што ў шклянцы з вадой адбываецца працэс, падобны да ўтварэння сонечнай сістэмы.

Але сучасныя вучоныя не задаволіліся тым, што гіпотэза Лапласа як быццам пацвярджаецца і кольцамі Сатурна і доследам Плато: яны захацелі праверыць гэтую гіпотэзу вылічэннем.

Дзіўна, чаму такі выдатны матэматык і механік, якім быў Лаплас, сам не зрабіў гэтага.

Але замест яго гэтыя вылічэнні зрабілі сучасныя вучоныя. Вынікі, атрыманыя імі, вельмі здзівілі-б Лапласа.

Вось як разважалі вучоныя, пачаўшыя рабіць вылічэнні.

Пры кожным аддзяленні планеты туманнасць павінна была вярцецца з той хуткасцю, з якой гэтая планета абарачаецца цяпер вакол Сонца.

Калі аддзялялася кальцо, утварыўшае Юпітэр, туманнасць рабіла адзін абарот на працягу дванаццаці гадоў. З такой-жа хуткасцю вярцелася і кальцо.

Планета, якая ўтварылася з кальца, павінна была абарачацца па інерцыі вакол Сонца з той-жа хуткасцю.

Туманнасць працягвала сціскацца. Яе вярчэнне ўсё паскаралася.

Паменшыўшыся да размераў зямной арбіты, яна абарачвалася ўжо на працягу аднаго года. Вось чаму і Зямля абыходзіць вакол Сонца на працягу таго-ж часу.

Калі аддзялялася кальцо, утварыўшае планету Меркурый, туманнасць рабіла адзін абарот у восемдзесят восем дзён.

Лёгка вылічыць, з якой хуткасцю яна вярцелася-б, сціснуўшыся да сучасных размераў Сонца.

Аказваецца, яна павінна-б рабіць адзін абарот толькі за некалькі гадзін, а не на працягу дваццаці пяці сутак, як у сапраўднасці верціцца Сонца.

Значыць, хуткасць руху планет і вярчэння Сонца не можа быць растлумачана тым, што гэтыя целы — часткі вярцеўшайся туманнасці.

Сонца верціцца вельмі павольна, а планеты вельмі далёка знаходзяцца ад яго, каб можна было згадзіцца з гіпотэзай Лапласа.

І гэта не адзіныя пярэчанні супраць яе.

Калі вешчаство Сонца і планет было рассеяна на прасторы ўсёй сонечнай сістэмы, дык яно было ў сотні мільёнаў разоў больш разрэджаным, чым зямная атмасфера.

Частачкі, якія аддзяляліся ад такой туманнасці, не маглі-б утварыць кольцы. Яны проста рассейваліся-б у прасторы.

Таму сучасныя вучоныя адмовіліся ад гіпотэзы Лапласа.

Сустрэча сонцаў

Пасля гэтай новай няўдачы вучоныя зноў вярнуліся да думкі, што сонечная сістэма ўтварылася ў выніку катастрофы.

Яны вырашылі, быццам некалі наша Сонца сустрэлася з зоркай вялікіх размераў.

Сонца і далёкая зорка выпадкова рухаліся насустрач адно другому. Калі-ж яны зблізіліся настолькі, што «адчулі» ўзаемнае прыцяжэнне, дык сталі «падаць» адно на другое.

Здавалася, ім пагражала непазбежная катастрофа. Але ўласны рух сонцаў у прасторы прадухіліў жахлівую сутычку.

Быццам прывязаныя да агульнага цэнтра цяжару, сонцы абагнулі яго і разышліся.

Аднак кароткая сустрэча не прайшла бясследна. Прыцяжэнне зоркі выклікала на Сонцы велізарную хвалю прыліву.

Магутны струмень распаленых газападобных вяшчэстваў выплюхнуўся ў прастору. Ён пацягнуўся следам за зоркай, што аддалялася. Атрымаўшы штуршок убок, струмень не ўпаў назад. Абрыўкі яго сцягнуліся ў шарападобныя газавыя клубы, якія пачалі абарачацца вакол Сонца.

Гэтая гіпотэза была прызнана ўсімі вучонымі ў пачатку цяперашняга века.

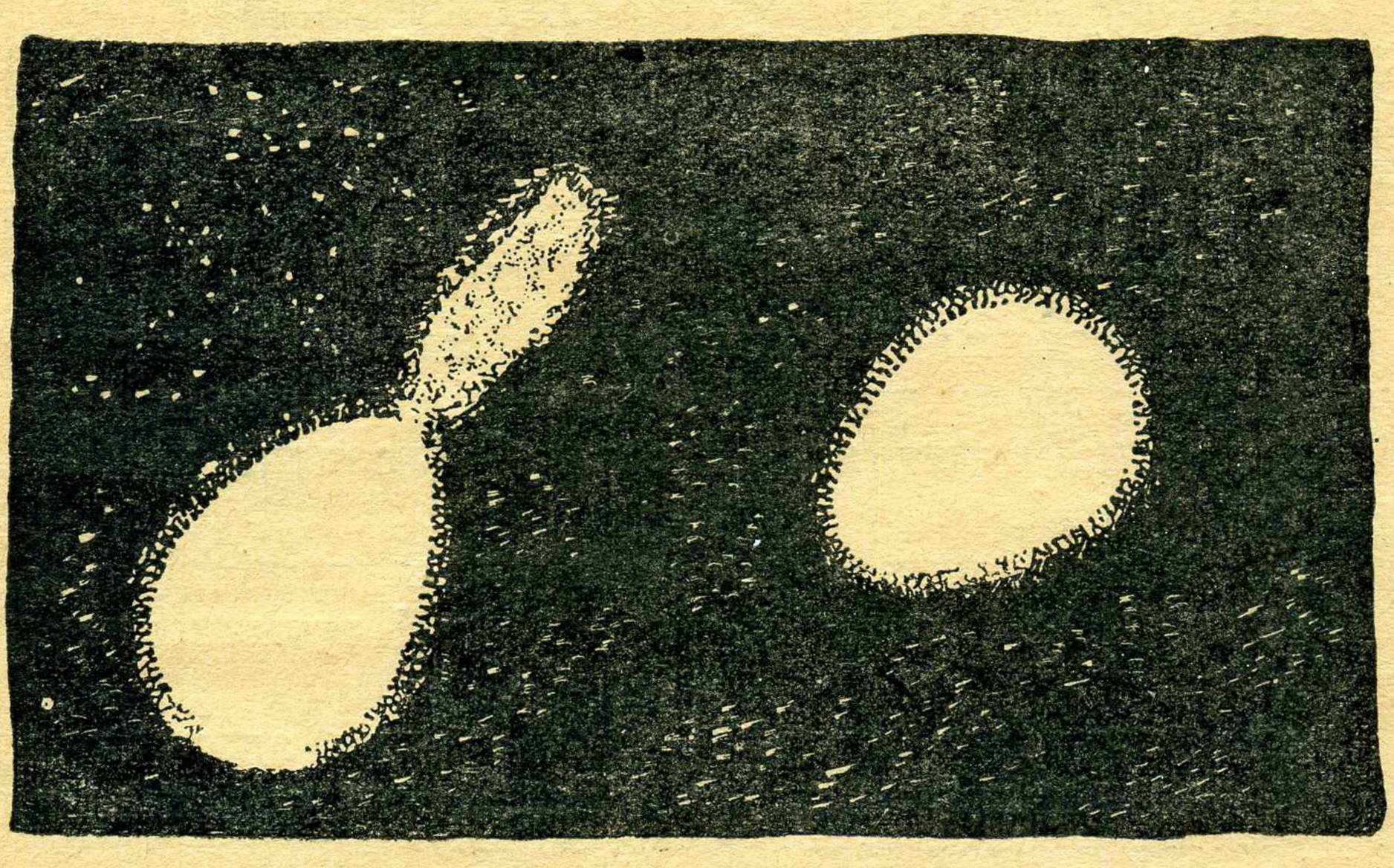
Ці мог, аднак, струмень з нетраў Сонца ўтварыць планеты на вельмі вялікіх адлегласцях ад яго?

Гэтую праверку зрабіў маскоўскі астраном Н. Н. Парыйскі.

І вось выявілася, што лёс струменя быў-бы розным у залежнасці ад хуткасці, з якой ён вырваўся з нетраў Сонца.

У адным выпадку вешчаство струменю ўпала-б назад на Сонца, у другім — дагнала-б зорку і ўпала на яе.

Толькі пры пэўнай хуткасці, з якой струмень вырваўся-б з нетраў Сонца, ён пачаў-бы абарачацца вакол яго.



Сустрэча сонцаў.

Але і ў гэтым выпадку ўтвораныя з яго планеты засталіся-б паблізу Сонца.

Найбольш далёкая з планет была-б у сем разоў бліжэй да яго, чым Меркурый.

Але-ж Зямля амаль у тры разы далей, чым Меркурый, ад Сонца, Юпітэр яшчэ ў пяць разоў далей ад яго, чым Зямля, а Нептун — у шэсць разоў далей Юпітэра.

Якая-ж сіла закінула гэтыя планеты так далёка ад Сонца?

На гэтае пытанне гіпотэза не дае адказу. Не можа яна таксама здавальняюча растлумачыць, як утварыліся спадарожнікі планет.

Юпітэр, акружаны шматлікімі спадарожнікамі, — дакладная падобнасць сонечнай сістэмы ў мініятуры.

Таму натуральна чакаць, што спадарожнікі Юпітэра аддзяліліся ад яго таксама, як сам Юпітэр ад Сонца.

«Струмень» планет адарвала міма праходзіўшая зорка. Што-ж прымусіла выплюхнуцца «пырскі», утварыўшыя спадарожнікаў Юпітэра? На гэтае пытанне гіпотэза сустрэчы Сонца з зоркай дае вельмі нездавальняючы адказ.

Акадэмік В. Г. Фесенкоў выказаў і іншыя пярэчанні супраць гэтай гіпотэзы.

Струмень газаў, напаленых унутры Сонца да некалькіх мільёнаў градусаў, не мог-бы ўтварыць планеты: ён рассеяўся-б у прасторы, застыўшы ў выглядзе незлічоных метэарытаў.

Нарэшце, нават сустрэча двух сонцаў амаль зусім неверагодна.

Зоркі рассеяны на велізарных адлегласцях адна ад другой. Іх можна параўнаць з пылінкамі, якія носяцца ў паветры на адлегласці дзесяткаў і соцень кілометраў адна ад другой.

Ці часта будуць сутыкацца гэтыя пылінкі?

Таксама неверагодным з'яўляецца і сутыкненне двух зорак.

Калі вешчаство Зямлі і іншых планет адарвалася ад Сонца пры сустрэчы яго з зоркай, дык сонечная сістэма — самая рэдкая з'ява ў прыродзе.

Але астраномы пераканаліся ўжо, што наша планетная сям'я не адзінокая ў сусветнай прасторы. Многія зоркі таксама суправаджаюцца цёмнымі спадарожнікамі-планетамі.

Значыць, зоркі «не чакаюць» незвычайна рэдкай сустрэчы, каб утварыць планеты. У іх самих закладзена здольнасць аддзяліць частку свайго вешчаства і ўтварыць планеты.

Так разважаў акадэмік В. Г. Фесенкоў, прапанаваўшы новую гіпотэзу паходжання сонечнай сістэмы: «адпачкаванне» планет.

«Адпачкаванне» планет

У доследзе Плато мы ўжо бачылі, як мяняе форму і аддзяляе кольцы масляны шарык, які верцяць.

Што-ж адбудзецца пры паскарэнні вярчэння велізарнага вадкага касмічнага цела?

Назіраць такую з'яву яшчэ не ўдалося. Але вядомы рускі матэматык А. М. Ляпуноў тэарэтычна вырашыў гэтую задачу.

Вадкае касмічнае цела, як і масляны шарык, пры паскарэнні вярчэння спачатку сплюшчваецца. Але затым яно не аддзяляе кольцы, а выцягваецца ў напрамку, перпендыкулярным восі вярчэння.

Да гэтага моманту экватар верцячагася цела быў кругам, цяпер ён становіцца эліпсам.

Калі вярчэнне і далей паскараецца, дык цела павінна набыць форму, падобную да ігрушы. Гэтая форма, як даказаў А. М. Ляпуноў, няўстойлівая.

Выцягнутая частка ігрушападобнага цела перахопліваецца звужэннем шыйкі, якое ўсё больш паглыбляецца. Нарэшце ігруша, якая верціцца, падзяляецца на дзве няроўныя часткі.

Гэты вывад рускага вучонага пралівае яркае святло на загадку паходжання падвойных зорак.

Зоркі-блізняты вельмі часта сустракаюцца ў Сусвеце. У бліжэйшых «аколіцах» Сонца, найбольш даступных даследаванню, з кожных чатырох зорак адна падвойная.

Як-жа маглі ўтварыцца зоркі-блізняты? Магчыма, дзве зоркі, якія сустрэліся ў прасторы, ужо не разлучаюцца?

Не. Паводле законаў механікі, дзве зоркі, якія сустрэліся, павінны разыйсціся навекі. Яны не могуць утрымаць адна другую.

Толькі пры сустрэчы трох зорак, як даказаў наш акадэмік О. Ю. Шмідт, можа ўтварыцца падвойная зорка (трэцяя пры гэтым павінна назаўсёды аддаліцца).

Але мы ўжо бачылі, як незвычайна рэдка можа адбыцца сустрэча двух зорак. Сустрэча-ж адразу трох зорак — яшчэ больш рэдкая з'ява ў сістэме Млечнага шляху.

Хіба можна таму думаць, быццам-бы незлічоныя падвойныя зоркі ўтварыліся пры сустрэчах зорак?

Відавочна, што адзіночныя зоркі, якія хутка верцяцца, проста падзяляюцца на часткі, якія мы і называем падвойнымі зоркамі.

Але ў такім выпадку ад зоркі, якая хутка верціцца, можа аддзяліцца невялікая частка яе вешчаства, з якой утвараюцца планеты.

Так тлумачыў паходжанне планет акадэмік В. Г. Фесенкоў.

Калі Сонца калі-небудзь вярцелася вельмі хутка, яно магло аддзяліць ад сябе планеты.

А гэта магло быць, калі яно калісьці моцна сціскалася: як мы бачылі, цела, што верціцца, пры сцісканні паскарае сваё вярчэнне.

Акадэмік В. Г. Фесенкоў растлумачыў, чаму Сонца магло ў некаторыя перыяды свайго жыцця моцна сціскацца. Ён даказвае, што ў жыцці Сонца бывалі бурныя падзеі.

Якім гарачым ні з'яўляецца Сонца, яно даўно-б астыла, калі-б у ім не выдзялялася заўсёды і цяпер цяпло.

Выдзяленне цяпла адбываецца ўнутры Сонца пры складаным працэсе ператварэння вадарода ў гелій. Вадарод з'яўляецца нібы «палівам», падтрымліваючым распалены стан Сонца.

У далёкім мінулым запас цяпла ўнутры Сонца папаўняўся крыху іншым шляхам, чым цяпер.

Упачатку «палівам» з'яўляліся літый і вадарод: з ядра атама літыя і ядра вадарода атрымлівалася два ядры гелія.

Калі запас літыя зрасходаваўся, Сонца пачало астываць і сціскацца. Пры гэтым яно награвалася, і стала магчымым утварэнне гелія з ядзер берылія і вадарода.

Так некалькі разоў мяняўся выгляд «паліва», якое падтрымлівала Сонца ў распаленым стане.

І кожны раз наступаў перапынак, на працягу якога Сонца хутка сціскалася і паскарала вярчэнне.

У адзін з такіх перыядаў ахаладжэння і сціскання Сонца пачало вярцецца вельмі хутка. Страціўшы ўнутраную роўнавагу, яно выцягнулася ў напрамку, перпендыкулярным восі вярчэння, і аддзяліла ў некалькі прыёмаў планеты.

Такой з'яўляецца гіпотэза акадэміка В. Г. Фесенкова.

У ёй цікава тое, што ўтварэнне планет тлумачыцца таксама, як і ўтварэнне падвойных зорак.

Праўда, і яна яшчэ не вырашае пытання, чаму планеты знаходзяцца так далёка ад Сонца. Але-ж вядома, што Месяц, які аддзяліўся ад Зямлі, да сучаснага моманту аддаліўся ад яе на шэсцьдзесят зямных радыусаў.

Аддзяленне Месяца ад Зямлі, несумненна, зусім адналькавае з падзелам на дзве часткі адзіночнай зоркі.

Надзвычай хутка верцячыся, Зямля набыла няўстойлівую, ігрушападобную форму і аддзяліла Месяц. Зямля рабіла абарот вакол восі на працягу трох-чатырох гадзін, а Месяц у той-жа перыяд абарачаўся вакол яе.

Абодва целы рухаліся, як быццам змацаваныя жорсткай сувяззю.

Але гэтая «роўнавага» была парушана дзеяннем прыліваў, якія падымаліся Месяцам у расплаўленым целе Зямлі.

Месяц прыцягваў да сябе бугор прыліву, запавольваючы вярчэнне Зямлі. А прыліўны бугор прыцягваў Месяц, паскараючы яго рух па арбіце.

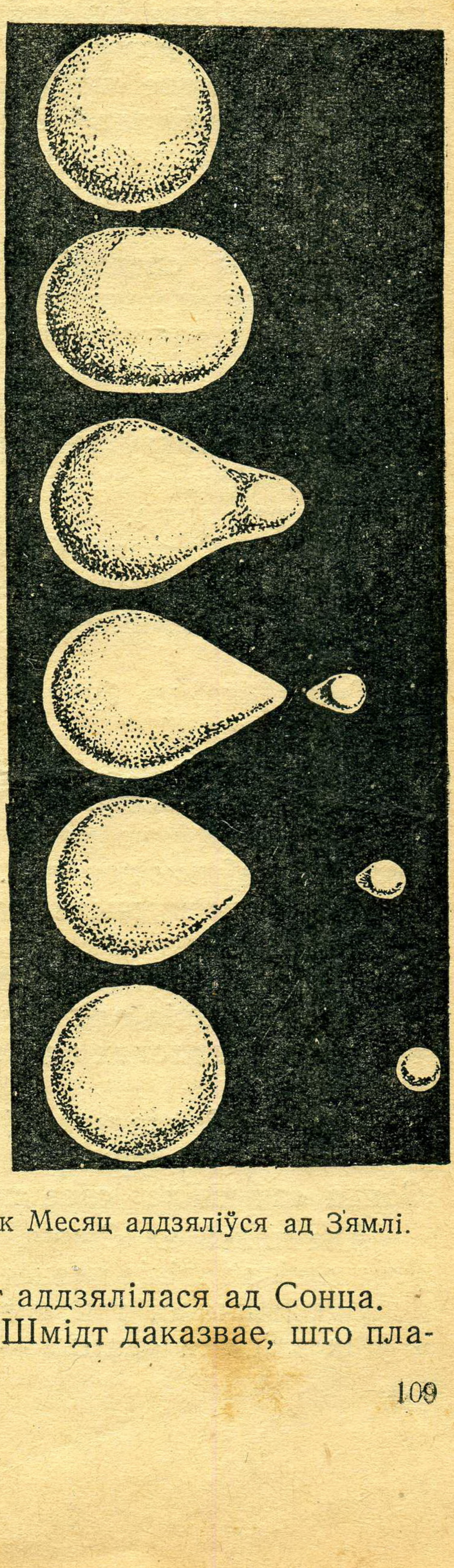
Чым хутчэй рухаўся Месяц, тым далей адыходзіў ён ад Зямлі.

Гэта лёгка зразумець, верцячы вакол рукі гірку на гумавым шнурку: чым хутчэй рух гіркі, тым далей адыходзіць яна, расцягваючы гумавы шнурок.

Так паступова суткі падоўжыліся да 24 гадзін, а Месяц аддаліўся на адлегласць 384 000 кіламетраў.

Магчыма, робіць дапушчэнне акадэмік В. Г. Фесенкоў, і планеты таксама аддаліліся ад Сонца?

Толькі вылічэнне магло-б пацвердзіць або абвергнуць гэтае дапушчэнне.



Як Месяц аддзяліўся ад Зямлі.

«Камы» метэарытаў

Да гэтага часу мы дапускалі, быццам вешчаство планет аддзялілася ад Сонца.

Але совецкі акадэмік О. Ю. Шмідт даказвае, што пла-

неты маглі ўтварыцца з метэарытаў, якія зліпліся, «воблакі» якіх плаваюць у сусветнай прасторы.

Гэтыя «воблакі» касмічнага пылу і метэарытаў засланяюць ад нашых вачэй ляжачыя за імі зоркі. Таму сярод суцэльнага зяння Млечнага шляху мы бачым як быццам «прагаліны» без адзінай зоркі.

Астраномы назвалі іх «вугальнымі мяшкамі».

І вось у такое «воблака» апусцілася Сонца, якое адзінока падарожнічала ў прасторы.

Метэарыты закружыліся каля яго, яны апісвалі вакол Сонца моцна выцягнутыя арбіты, сутыкаліся адзін з другім.

Хоць яны снавалі ў хаатычным беспарадку, але ў якімсьці адным напрамку рухалася найбольшая колькасць іх. Гэтымі метэарытамі паступова былі паглынуты амаль усе астатнія, перашкаджаўшыя іх руху.

Так хаос быў прыведзен у парадак.

Сярод патокаў метэарытаў утварыліся «камы», якія хутка павялічваліся, як снежны шар, які качалі па пакрытаму снегам полю.

Гэта былі зачаткі будучых планет.

Спачатку іх было вельмі многа, але «выжыць» маглі з іх толькі тыя, якія знаходзіліся на пэўных адлегласцях ад Сонца.

Гэтыя «камы» бурна раслі і паглыналі сваіх больш слабых суседзяў.

Да такога вываду акадэмік О. Ю. Шмідт прыйшоў шляхам вылічэнняў.

Сапраўды, ужо даўно вядома, што планеты размешчаны ў пэўным парадку.

Але ў чым прычына такога парадку?

На гэтае пытанне ніхто не мог адказаць.

І толькі акадэмік О. Ю. Шмідт даказаў, што «камы» метэарытаў, якія зліпаліся, павінны былі знаходзіцца на тых-жа адлегласцях ад Сонца, на якіх цяпер знаходзяцца планеты.

Паблізу Сонца маглі ўтварыцца параўнальна невялікія планеты — Меркурый, Венера, Зямля, Марс, — таму што Сонца «ачысціла» свае аколіцы ад метэарытаў.

Але далей ад Сонца, дзе прыцяжэнне яго слабела, утварыліся вялікія планеты.

Вакол планет таксама абарачаліся метэорныя патокі. І ў іх зліпліся «камы» — зачаткі спадарожнікаў планет.

Так, на думку О. Ю. Шмідта, утварыліся планеты сонечнай сістэмы з іх спадарожнікамі.

Калі планеты ўтварыліся з метэарытаў, дык не патрабуецца тлумачыць вялікія адлегласці іх ад Сонца: «камы» метэарытаў зліпаліся-б у любой частцы іх «воблака», якое магло быць значна большым сонечнай сістэмы.

Але і супраць паходжання планет з метэарытаў ёсць пярэчанні.

Акадэмік В. Г. Фесенкоў лічыць, што калі планеты былі ўтвораны зліпшыміся метэарытамі, дык унутраная будова іх была-б прыблізна аднароднай.

Аднак нам вядома, што Зямля складаецца з шаравых слаёў рознай шчыльнасці, і чым глыбей, тым вешчаство яе шчыльней. У цэнтры-ж Зямлі знаходзіцца велізарнае суцэльнае жалезнае ядро.

Хоць, як мы бачым, вучоныя яшчэ не вырашылі цалкам загадкі паходжання Зямлі, але яны ўжо значна наблізіліся да гэтага.

Буйны крок да вырашэння гэтага пытання — гіпотэзы нашых акадэмікаў В. Г. Фесенкова і О. Ю. Шмідта, якія тлумачаць многа асаблівасцей будовы сонечнай сістэмы.

Можна не сумнявацца, што ў параўнальна недалёкім будучым паходжанне Зямлі перастане быць загадкай для вучоных.

Узрост Зямлі

У 1604 годзе ўзрост Зямлі быў устаноўлен... адным ірландскім епіскапам: у бібліі пералічаны ўсе патомкі «першага» чалавека Адама; карыстаючыся гэтымі звесткамі, епіскап і падлічыў, што наш свет быў створан каля шасці тысяч гадоў таму назад.

Але вучоныя вырашалі гэтую задачу інакш.

Адзін з фізікаў мінулага века дапусціў, што расплаўленая некалі Зямля мела роўнамерную тэмпературу 3000 градусаў. Засноўваючыся на гэтым, ён вылічыў, што праз сорак мільёнаў гадоў яна павінна была ахаладзіцца да сучаснага стану.

Тады яшчэ не былі вядомы радыяактыўныя вяшчэствы. Ніхто не ведаў, што ахаладжэнне Зямлі можа запаволь-вацца выдзяленнем цяпла пры іх распадзе.

Але ўсё-ж геолагі не згадзіліся, што працягласць жыцця Зямлі такая невялікая.

Хіба маглі ў такі тэрмін адкласціся велізарныя тоўшчы зямных слаёў?

Хіба мог паспець развіцца і набыць сучасныя формы раслінны і жывёльны свет?

Нават прыблізныя падлікі даказвалі, што для гэтага патрэбны значна большыя тэрміны.

Дык колькі-ж гадоў Зямлі?

Фізікі дапамаглі знайсці адказ, адкрыўшы ў прыродзе радыяактыўны распад.

Ядры атамаў урана, торыя і некаторых іншых элементаў няўстойлівыя. У выніку нейкіх пакуль невядомых нам прычын то адно з іх, то другое траціць роўнавагу і выкідае альфа-частачку, гэта значыць ядро гелія.

Ядро, якое распадаецца, не перастае выкідаць альфа-частачкі да таго часу, пакуль не ператворыцца ва ўстойлівае ядро свінца.

Ні распалены стан, ні ахаладжэнне, ні велізарны ціск — нішто не дзейнічае на хуткасць распаду. Заўсёды, пры ўсіх умовах адзін грам урана выдзяляе штогод адну і тую-ж колькасць свінца. Уран, які знаходзіцца ў некаторых мінералах, распадаецца, а замест яго накапляецца свінец. Чым менш застаецца урана, тым больш становіцца свінца.

Гэта падобна да пясочнага гадзінніка, у якім пясок перасыпаецца з адной склянкі ў другую. Таму радыяактыўны распад часта і называюць «гадзіннікам» прыроды. Гэты «гадзіннік» дазволіў даведацца аб узросце зямной кары.

У крышталіку мінерала, змяшчаючага уран, заўсёды акажацца і свінец.

Вучоным ужо вядома, колькі свінца выдзяляе ў год адзін грам урана.

Параўнаўшы колькасць гэтых элементаў у крышталіку, можна вылічыць «узрост» гэтага мінерала.

Так даведаліся, што старадаўнейшыя горныя пароды Карэліі ўтварыліся за 1600—1800 мільёнаў гадоў да нашых дзён.

Але глыбока пад імі ляжыць больш старадаўняя гранітная кара Зямлі.

Значыць, зямной кары не менш 2000—2500 мільёнаў гадоў.

Значна цяжэй вызначыць узрост Зямлі як касмічнага цела: для гэтага трэба ведаць, як яна ўтварылася.

Калі Зямля — «ком» метэарытаў, якія зліпліся, дык можна вылічыць, з якой хуткасцю ён павялічваўся, рухаючыся ў метэорным патоку вакол Сонца.

Гэта зрабіў акадэмік О. Ю. Шмідт.

Па яго разліку, сем мільярдаў гадоў таму назад маса Зямлі была ўдвая меншай, чым цяпер. Значыць, зараджэнне Зямлі ў выглядзе «кома» метэарытаў адбылося яшчэ раней.

* * *

Даследаванне прыроды падобна руху ўверх па схілу гары: чым вышэй падымаемся мы, тым шырэй становіцца гарызонт; у полі зроку паяўляюцца новыя, раней нябачныя прадметы.

Кожнае новае адкрыццё ў новым святле паказвае ўжо вядомае.

Калі ўсе лічылі Зямлю плоскім востравам, велізарным крокам наперад было адкрыццё яе шарападобнасці.

Затым вучоныя пераканаліся, што Зямля верціцца. Тады зноў узнікла пытанне аб фігуры Зямлі: верцячыйся шар павінен сплюснуцца ля полюсаў.

Правяраючы гэтае дапушчэнне дакладнымі вымярэннямі, зрабілі новае адкрыццё: фігура Зямлі адрозніваецца і ад той формы, якую набывае верцячаеся цела.

Так кожнае новае адкрыццё прыводзіць чалавека да пачатку новага шляху даследаванняў і новых адкрыццяў.

ЗМЕСТ

Раздзел 1. Завоблачныя вышыні 3
Раздзел 2. Тайны акіяна 29
Раздзел 3. Недаступныя нетры Зямлі 41
Раздзел 4. З чаго складаецца Зямля 59
Раздзел 5. Зямля — нябеснае цела 70
Раздзел 6. Паходжанне Зямлі 99

На белорусском языке

Ф. Д. Бублейников

Загадки земли

Государственное
учебно-педагогическое издательство БССР
Минск 1954

Рэдактар *Д. Сасеў*
Тэхрэдактар *П. Сцержанаў*
Карэктар *З. Крэсік*

Падпісана ў набор 18/VIII-1954 г. Падпісана да друку 24/XI- 1954 г.
АТ 04251. Тыраж 15 000 экз. Папера 84×108 1/32. Пап. арк. 1,813.
Друк. арк. 5,945. Вуч.-выд. арк. 5,84. Цана 2 руб. 75 кап. Зак. 579.

Друкарня імя Сталіна, Мінск, праспект імя Сталіна, 105.

179

Цана 2 руб. 75 кап.

28 Коп.